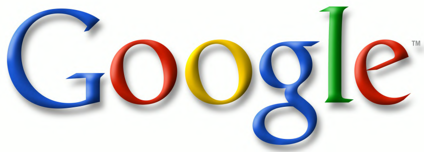
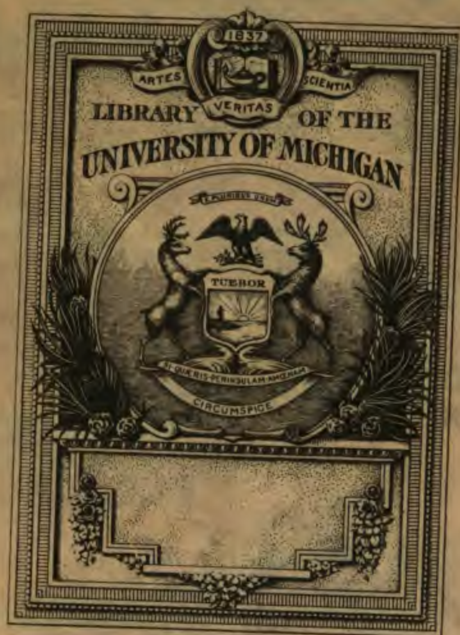
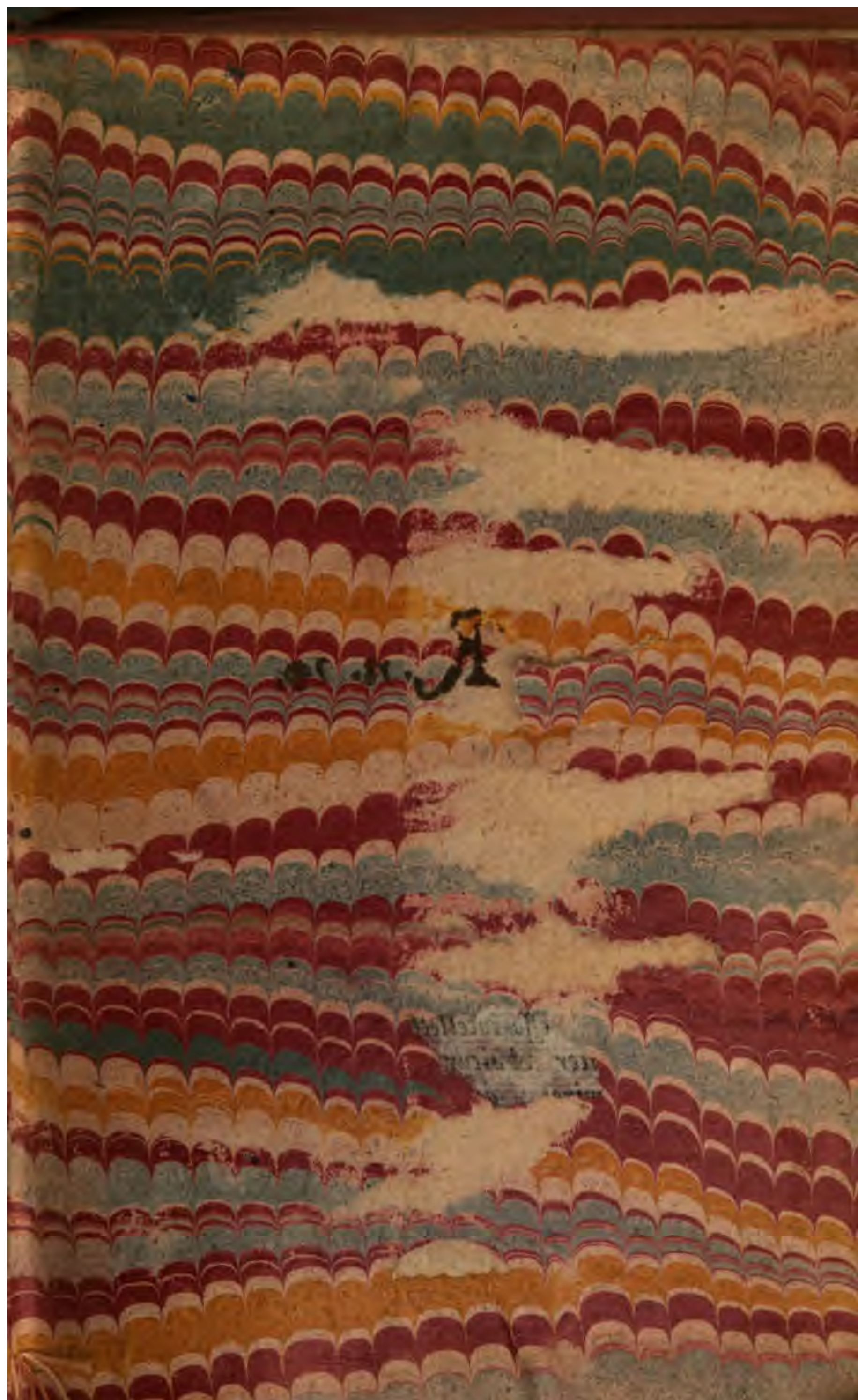



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Ferroglio

LEÇONS

DE

PHYSIQUE

EXPERIMENTALE.

Segniùs irritant animos demissa per aurem,
Quàm quæ sunt oculis subjecta fidelibus, & quæ
Ipse tibi tradit spectator . . . . .

Horat. Art. Poët.

LEÇONS
DE
PHYSIQUE EXPERIMENTALE,

SUR L'EQUILIBRE DES LIQUEURS, & sur la Nature & les propriétés de l'Air.

1682-1716.

Traduites de l'Anglois de M. R. CÔTES, *Professeur de Physique Experimentale, à Cambridge.*



A PARIS,

Chez DAVID fils, Libraire, ruë Saint Jacques, à la Plume d'or.

M. DCC. XLII.

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.



A

MONSIEUR

DE MAUPERTUIS

De l'Académie Royale des Sciences, & Membre des Societés Royales d'Angleterre, de Suede & de Prusse; de l'Académie de Petersbourg, & de celle de l'Institut de Bologne.

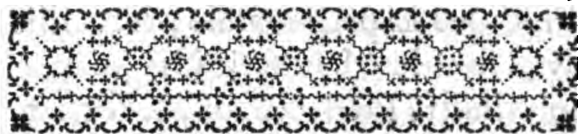
MONSIEUR,

C'est mériter la confiance du Public, que de lui présenter un Ouvrage sous les auspices d'un Juge dont il connoît la

ſupériorité des lumieres : je ſens qu'elle m'eſt aſſurée, puiſque perſonne n'ignore de combien de découvertes vous avez enrichi la Phyſique, & avec quel zéle vous vous intéreſſez au progrès d'une Science auſſi utile. Permettez-moi donc de joindre cet avantage à l'envie que j'ai de vous témoigner le ſincere attachement avec lequel je ſuis,

MONSIEUR,

Votre très-humble & très-obéiſſant ſerviteur, LE MONNIER, M.D.



PRÉFACE.

LES Leçons de Physique Expérimentale dont on donne ici la Traduction, sont des premieres qui ayent été faites en Angleterre; M. *Côtes* les composa il y a environ quarante ans, pour un Cours d'Expériences qu'il avoit entrepris avec M. *Wisthon*, & qu'il faisoit dans la Salle de l'Observatoire du College de la Trinité à *Cambridge*.

Comme elles furent fort goûtées en Angleterre, & qu'on s'empressoit de les faire imprimer aussi-tôt après la mort de M. *Côtes* qui fut prématurée, M. *Smith* qui lui succeda en la place de Professeur de

Physique Expérimentale, recueillit avec soin le Manuscrit Original de son illustre Prédecesseur, & se chargea du soin de le publier.

Ces Leçons dans l'état où l'Auteur les avoit laissées, ne pouvoient guère être utiles qu'à ceux qui avoient assisté à ses Cours d'Expériences; elles auroient peu satisfait les Lecteurs qui n'auroient eu aucune connoissance des Phœnomenes qu'elles supposent. Pour que tout le monde fût en état d'en profiter, M. *Smith* a décrit la plusparu des Expériences dans des Notes qu'il a répandues par-tout où elles conviennent, & pour rendre ses Remarques encore plus intelligibles, il a fait graver les Figures des principaux instruments.

On a donc dans cet Ouvrage, les Expériences & leurs Explications, avec toutes les verités qu'el-

les renferment. Cette méthode d'enseigner la Physique par des conséquences déduites immédiatement des Phœnomenes & des Expériences, & non pas de suppositions vagues & arbitraires, est sans contredit la plus sûre & la plus naturelle. C'est à elle seule, lorsqu'elle a été pratiquée par des hommes intelligents & laborieux, que la Physique doit tout son progrès.

Les Expériences *Hydrostatiques* d'*Archimedes*, celles de *Galilée* sur la pesanteur, de *Toricelli* sur la pression de l'air, enfin celles de l'illustre M. *Newton* sur la Lumiere, peuvent être regardées comme autant de fondements de cette science, que rien ne sera jamais capable d'ébranler; les découvertes d'*Otto Guericke*, de M[rs] *Pascal* & *Boyle*, en un mot, le fruit précieux des travaux des plus sages Académies, sont dûs

à cette même méthode, & prouvent mieux ſon excellence, que tout ce qu'on en pourroit dire de plus avantageux.

On trouvera au commencement de la douziéme Leçon, des réfléxions très-ſages & très-judicieuſes ſur la maniere d'étudier la Phyſique, dont on verra l'application dans toute l'étenduë de l'Ouvrage.

Les Mathematiciens liront avec plaiſir deux ou trois verités que l'Auteur a démontrées ſur la preſſion des Fluides, & ſur la Conſtitution & les limites de l'Atmoſphere, d'une maniere très-ſimple & très-facile, à l'aide ſeulement des Elemens de Mathematiques.

Ceux qui connoiſſent ſon Ouvrage *Harmonia Menſurarum*, & qui ſçavent combien les paroles y ſont ménagées, seront ſans doute étonnés de voir M. *Côtes* s'abaiſſer juſ-

qu'aux plus petits détails, & dissiper jusqu'aux moindres apparences de difficulté; mais on doit lui sçavoir gré d'avoir pris soin d'étendre & de développer des verités, dont l'obscurité apparente est souvent capable de rebuter les commençants. On aura toujours obligation aux grands Maîtres, lorsqu'ils voudront bien retourner, pour ainsi dire, sur leurs pas, & applanir aux autres des difficultés qu'ils ont franchies avec beaucoup de peine.

L'attention de l'Auteur pour exposer la Verité dans tout son jour & la rendre plus sensible, suffisoit seule pour attacher, & faire lire son Ouvrage avec autant de plaisir, qu'on lit un morceau d'Histoire; pour rendre encore ses discours plus agréables & plus variés, il les a ornés de traits Historiques, qui apprennent à qui on est redevable des principales

découvertes, & l'époque des plus belles inventions.

J'ai fait ma Traduction avec le plus d'exactitude qu'il m'a été possible, j'ai inseré quelques remarques, lorsque l'occasion s'en est présentée, & qu'elles m'ont paru nécessaires ; j'ai ajoûté la figure & la description de la troisiéme Machine Pneumatique de M. *Boyle*, perfectionnée par M. *Hauksbée* : une Table assez étenduë des Gravités spécifiques de différentes matieres ; la construction & la comparaison des principaux Thermométres qui sont aujourd'hui en usage, le rapport des mesures de France & d'Angleterre : enfin je n'ai rien négligé pour procurer au public une édition commode & utile.

ABREGÉ

De ce qui est contenu dans cet Ouvrage.

Sur l'Equilibre des Liqueurs.

TOUT Fluide pese en lui-même ; ses parties supérieures pressent celles qui sont au-dessous : cette pression se fait dans toute sorte de direction, un Fluide leger pese sur un plus pesant, & un Fluide pesant presse un plus leger. Leçon 1. pag. 1.

Un Fluide peut supporter un Corps spécifiquement plus pesant que lui, & même l'élever ; il peut aussi contenir un Fluide plus leger que lui, & même le presser vers le fond. La pression convenable d'un Fluide, peut produire des effets pareils à ceux du Tube de Toricelli*, des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, &c.* Leçon 2. pag. 17.

Les Fluides pressent en raison de leur hauteur perpendiculaire, quelque soit leur quantité, & la figure des vaisseaux qui les contiennent ; estimation exacte de toutes les

Sur les propriétés de l'Air.

APPENDIX.



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

PREMIERE LEÇON.

Tout fluide pese en lui-même ; ses parties supérieures pressent celles qui sont au-dessous : cette pression s'exerce non-seulement de haut en bas ; mais aussi de bas en haut, latéralement, obliquement, en un mot, suivant toutes les directions imaginables ; un fluide leger pese sur un plus pesant ; & un fluide pesant presse un plus leger.

AVANT que de commencer nos Expériences, je crois qu'il est à propos de vous exposer la méthode que je me propose de suivre, & d'assigner à chacune des quatre semai-

nes, que je compte employer à ce Cours, les Expériences dont je me servirai pour établir les vérités d'Hydrostatique & d'Aërometrie les plus essentielles, & sur lesquelles toutes les autres sont fondées. Ces deux parties de la Physique ont dans la nature une liaison si étroite, qu'il n'est pas possible de les séparer; c'est pourquoi afin de les comprendre ici toutes deux ensemble, je les ai disposées dans l'ordre qui m'a paru le plus naturel & le plus méthodique, pour tirer une conséquence d'une autre, qui précedemment aura été prouvée par Expérience: ordre qui est en même-temps le plus commode, en ce qu'il exige à peu près les mêmes instrumens, & qu'il est plus conforme à la succession des temps auxquels ces Expériences & ces vérités ont été découvertes & publiées.

Je tâcherai d'établir dans la premiere semaine les fondemens de l'Hydrostatique, & d'expliquer les differens effets qui dépendent de l'effort des fluides entr'eux, ou contre les corps solides. La

grand *Archimedes* est un des premiers qui ait cultivé cette Science ; elle a même acquis un grand degré de perfection entre les mains de cet Excellent homme, & c'est encore le plus solide fondement sur lequel nos Philosophes modernes ont établi la doctrine admirable de la pression de l'air ; dont il paroît que c'est le fameux *Galilée* qui a eu les premieres notions ; sa découverte a été suivie avec soin par son disciple *Toricelli*, & ensuite par les plus habiles Physiciens de l'Europe.

Ceux qui examineront attentivement les differens effets, que je vais démontrer dans cette semaine être une suite de la pesanteur des fluides en général, ne trouveront aucune difficulté, lorsque nous en serons à l'air, qui n'est qu'un fluide particulier, & que je ferai voir n'être pas sans pesanteur comme on l'a crû autrefois ; on ne s'étonnera pas non plus de nous voir expliquer si facilement par le moyen de cette pesanteur, des effets qui passoient autrefois pour des prodiges, & dont l'explication embarrassoit tant les

Philoſophes, qu'ils aimoient mieux en donner d'abſurdes, que d'avoüer ingenuëment leur ignorance.

Ayant employé cette premiere ſemaine aux principes d'Hydroſtatique, dans la ſuivante nous entamerons l'Aërometrie, cette Science qui nous fait connoître la nature & les proprietés de l'air. Je n'ai pas beſoin d'inſiſter ici ſur ſon utilité, chacun ſait combien elle a de liaiſon avec la Philoſophie naturelle, puiſqu'il n'y a aucun Corps dans tout le ſyſtême de la nature, dont l'influence ſoit auſſi étendue que celle de l'air.

La fameuſe Expérience de *Toricelli* qui avoit d'abord allarmé tous les Phyſiciens, a été beaucoup applaudie dans la ſuite, comme ouvrant aux découvertes ſur la nature de l'air, la même carriére que *Galilée* ſon maître avoit ouverte aux découvertes Aſtronomiques avec ſon Teleſcope.

Après *Toricelli*, pluſieurs Phyſiciens d'Italie, de France & d'Angleterre, firent ſur cette matiere diverſes Expérien-

ces, presque toutes avec des Tubes & du Mercure, pour confirmer & approfondir cette doctrine de la pression de l'air, la machine Pneumatique n'étant pas encore alors inventée. J'employerai donc la seconde semaine à répeter toutes ces Expériences qu'on a faites avec les Tubes avant l'usage de la machine du Vuide, y en ajoûtant quelques autres du même genre, qu'on a imaginées depuis.

Je ferai dans les troisiéme & quatriéme semaines les Expériences qu'on a coutume de faire avec la machine Pneumatique & la Pompe à condenser; celles au moins qui pourront s'exécuter avec la machine que j'ai à présent. Car quoique ma machine Pneumatique soit aussi commode qu'aucune qui ait jamais été faite; cependant la Pompe à condenser n'est pas encore telle que je la voudrois, & j'espere en avoir une dans quelque temps, avec laquelle il sera plus facile de pomper & de condenser l'air qu'avec celle-ci.

Je ferai donc dans la troisiéme semai-

ne les Expériences les plus propres à établir les proprietés de l'air, telles que sont sa pesanteur, son ressort, sa pression, sa résistance, sa réfraction, & j'expliquerai par ces proprietés plusieurs Phœnomenes considérables : Or quoique quelques-unes de ces proprietés puissent se déduire immédiatement des Expériences qu'on aura vû faire avec les Tubes, dans les séances précedentes ; je crois néanmoins que personne ne sera fâché de voir confirmer par de nouvelles preuves des vérités, qui autrefois, & même il n'y a pas encore bien longtemps, étoient le sujet de grandes contestations.

Je destine pour la quatriéme semaine les Expériences qui paroissent être de véritables effets de l'air, & qui dépendent de plusieurs proprietés particulières qu'on aura expliquées dans les Leçons précedentes ; nous pouvons mettre de ce nombre les Expériences sur la vie des animaux, sur la flamme & autres semblables. Et parce que plusieurs Physiciens ont attribué à l'air des effets qu'il ne

produit aucunement ; je réfuterai en même-temps leurs sentimens par des Expériences & par des faits. Tel est l'ordre que je me propose de suivre dans tout ce Corps.

Laissant donc tous ces préliminaires, je commence par l'Hydrostatique. La signification de ce nom n'a pas besoin d'être expliquée ; je n'ai que faire de vous dire que par *Hydrostatique*, on entend communément aujourd'hui cette partie de la Physique, qui traite de l'équilibre & de la pression des fluides en général ; quoique le mot semble affecté à l'eau qui n'est qu'un fluide particulier, le plus commun de tous, & dont on se sert pour déduire la plupart des conséquences. Car ce qu'on peut prouver par Expérience & par raisonnement appartenir à quelque Corps, en tant qu'il est fluide & pesant tout ensemble, doit s'appliquer à tous les autres Corps fluides & pesants. Pourvû qu'on prenne les précautions nécessaires, on pourra toujours déduire avec sûreté, des conséquences générales,

de quelques Expériences qu'on n'aura pû faire que sur des Corps particuliers.

La fluidité & la pesanteur étant des qualités de très-grande importance dans l'Hydrostatique, je ne sçaurois me dispenser d'en dire deux mots. Il est inutile de chercher les causes de ces deux proprietés des Corps; On observera seulement qu'on appelle Fluides, ceux dont les parties cédent à la moindre force qui agit contr'elles, & sont disposées à se mouvoir librement au milieu les unes des autres. Mais d'où vient cette disposition à sortir si facilement de leur place, à être mues par la moindre impulsion, c'est un problême qui n'est pas facile à résoudre : j'aime mieux n'en rien dire, que de ne vous donner que des conjectures.

La fameuse matiere subtile est ici le refuge ordinaire des Philosophes modernes, comme dans beaucoup d'autres difficultés; mais ce moyen de tromper ne réussit presque plus, & la matiere subtile est proscrite du moins jusqu'à ce

qu'on ait des raiſons ſuffiſantes pour l'admettre.

On ſait aſſez que la peſanteur eſt l'effort ou la tendence qu'ont tous les Corps vers le Centre de la Terre ; c'eſt une proprieté ſi générale, qu'on n'en connoît aucun dans l'Univers qui en ſoit exempt, pas même l'air qui peut ſe peſer à la balance, comme nous verrons dans la ſuite, ni la fumée & les vapeurs qui ſont plus legeres que l'air, puiſqu'on les voit s'élever au travers, ni enfin la flamme que l'Excellent M. *Boyle* nous a appris à peſer.

Maintenant quoiqu'on accorde aiſément que l'eau & les autres fluides ſont réellement peſans, & peſent actuellement quand on les prend, ainſi que tous les autres Corps (chacun, étant convaincu par ſa propre Expérience, qu'un vaiſſeau plein d'eau, par exemple, péſe plus que quand il eſt vuide ;) il s'eſt encore trouvé cependant quelques Philoſophes qui ont eu beaucoup de peine à croire que les fluides fuſſent peſans *en*

eux-mêmes, comme ils disent, c'est-à-dire les uns sur les autres.

Il seroit infini & même ennuyeux de vous rapporter quelles ont été toutes les differentes sources de cette erreur parmi certains Physiciens, dont la plupart ont mieux aimé s'opposer à la vérité qui se présentoit comme d'elle-même, que d'abandonner de mauvais préjugés auxquels ils s'étoient une fois attachés. Mais puisque en admettant cette erreur on renverse absolument les fondements de l'Hydrostatique, & que par la vérité contraire on peut expliquer facilement toutes les conséquences qu'on en tire ; ce motif m'engage à ne pas aller plus loin, sans avoir auparavant éclairci cette matiere.

Il est évident par des Expériences qu'on peut faire tous les jours, que dans un Fluide quelconque le poids du tout est égal au poids de toutes ses parties prises ensemble, de quelque grandeur & en quelque quantité qu'on les suppose ; que si on ôte quelque partie du tout, le poids total doit diminuer, du poids de la partie

ôtée ; enfin, que si on ajoûte au tout le poids de quelqu'une de ses parties, son poids augmentera de celui de la partie ajoûtée : n'est-il donc pas raisonnable de conclure que le poids du tout est composé de celui de ses differentes parties ? & partant que ces parties pesent dans le tout, c'est-à-dire *en elles-mêmes*, comme c'est leur façon de parler.

Malgré cette déduction si naturelle & si conséquente, nos adversaires ont été assez subtils pour éluder la vérité, par je ne sçai quelle distinction qu'ils ont été imaginer. Ils conviennent que la pesanteur réunie des parties, fait la pesanteur du tout ; mais ils nient que ces parties prises séparément, soient naturellement pesantes, & que dans cet état elles puissent faire la pesanteur du tout. Quand ils auront clairement prouvé qu'un nombre déterminé d'agents, peut conjointement produire un effet auquel chacun séparément n'est pas capable de contribuer, il sera temps alors de répondre à ce faux-fuyant.

Malgré cette déduction si simple & si nécessaire, ils ont encore produit contre la Doctrine que nous établissons, deux fameuses Objections, dont la solution nous donnera celle de toutes les autres, car elles peuvent se rapporter à l'une ou à l'autre de ces deux-ci.

C'est une Expérience connuë de tout le monde, qu'un Seau d'eau pese moins quand il est plongé dans l'eau que hors de l'eau; & que lorsqu'il est plongé, il ne pese pas plus quoiqu'il soit plein, que hors de l'eau quand il est vuide. Donc concluent-ils, l'eau ne pese point dans le Seau, parce qu'elle est dans l'eau qui est son propre Elément, c'est-à-dire son *lieu naturel*.

L'autre Objection est, qu'on ne sent pas de pression sensible au fond de l'eau même en descendant à de grandes profondeurs; donc concluent-ils encore l'eau ne presse pas, & par conséquent ne pese pas *en elle-même*. Maintenant leur accordant la vérité du fait dans l'un & l'autre cas; qu'on pourroit ce-

pendant révoquer en doute comme n'étant qu'une ſimple conjecture ; nous ne leur accorderons cependant point leurs conſéquences, juſqu'à ce qu'ils ayent pû prouver que ces Expériences n'ont pas d'autre ſolution que celle qu'ils ont propoſée. J'aurai occaſion quand nous en ſerons à l'Hydroſtatique, de donner la véritable raiſon pourquoi le poids de l'eau qui eſt dans le Seau, ne ſe fait pas ſentir quand il eſt plongé dans l'eau, quoiqu'elle ait toujours la même peſanteur qu'elle conſerve hors de l'eau ; j'expliquerai auſſi pourquoi les Plongeurs qui deſcendent à de grandes profondeurs, ne ſentent pas la peſanteur de l'eau qui eſt au-deſſus d'eux, quoique nous ſoyons convaincus qu'à la profondeur de 32 pieds, ils ont plus de 20000. liv. peſant d'eau ſur le corps ; cependant quand nous conſidérons l'uniformité & l'égalité de cette preſſion qui prévient la rupture des parties, puiſque tout l'extérieur de leurs corps en eſt également preſſé, ſi nous examinons que cette preſ-

sion est également soutenuë par l'air ou tout autre Fluide Elastique, qui fait d'autant plus d'effort pour s'étendre, qu'il est pressé davantage; enfin, si nous considérons encore la solidité & la force des Membranes & autres parties solides du corps humain, l'effort incroyable que l'Expérience a démontré qu'elles sont capables de supporter, il ne nous paroîtra plus étonnant que les Plongeurs ne sentent aucune incommodité, quoiqu'ils soient bien certainement pressés par un poids d'Eau si considérable, sans compter la pression ordinaire de l'air à laquelle nous sommes tous exposés, qui est égale au moins, au poids de ce qu'il y a d'Eau sur un homme à la profondeur de 32 pieds, c'est-à-dire à 20000. liv. de maniere qu'à cette profondeur, un Plongeur est pressé par une force de 40000. livres.

Puisque nous avons donc prouvé que tout Fluide pese *en lui-même*, & que les Objections qu'on fait contre, ne portent aucun préjudice à notre sentiment, com-

me le veulent faire croire ceux qui disent qu'il n'y a pas d'autre maniere d'expliquer ces Phœnomenes ; ce qui a été dit suffit donc pour prévenir toutes les autres.

Cependant comme cette vérité est de grande importance, je vais tâcher de la confirmer par deux Expériences qui détruisent entierement ces Objections. Je montrerai par la premiere que les Fluides conservent leurs poids *en eux-mêmes* ; (a)

(a) *Les Fluides conservent leurs poids* en eux-mêmes.

EXPER. I. La Fig. 1. représente une bouteille de verre Spherique, assez épaisse pour aller au fond, même étant vuide ; elle a à son goulot un robinet bien cimenté, au moyen de quoi on peut sur une machine Pneumatique tirer tout l'air qu'elle contient, & l'empêcher de rentrer en fermant le Robinet. On peut aussi par le même moyen faire entrer dans une bouteille, un volume d'eau égal au volume d'air qu'on en a fait sortir, sçavoir en la plongeant dans un vaisseau plein d'eau quand elle est vuide d'air, & ouvrant ensuite le Robinet. Ayant donc pompé l'air, suspendez la bouteille avec un fil au bras d'une balance, & mettez-là exactement en Equilibre dans l'air avec le poids A dans l'autre plat ; plongez ensuite entierement la bouteille dans un vaisseau plein d'eau, & mettez-là dans cet état en Equilibre avec le poids B, mettant à part le poids A ; ouvrez alors le Robinet, & laissez entrer l'eau dans la bouteille : quand elle sera remplie, remettez-là en Equilibre (dans l'eau toujours) avec le poids C qu'il faudra ajoûter à B ; il est évident que le poids C est le poids de l'eau entrée dans la bouteille, même pendant qu'elle communique avec celle du vaisseau ; ayant fermé le Robinet pour conserver l'eau dans la bouteille, repesez-là dans l'air en ôtant le poids B, & mettant à sa place le poids A. Le

& par la seconde, que les parties inférieures d'un Fluide sont pressées par les supérieures, & communiquent cette pression aux Corps qui leurs sont contigus. J'ajoûterai d'autres Expériences, pour prouver que la pesanteur des Fluides s'éxerce non-seulement de haut en bas, mais aussi de bas en haut, latéralement, obliquement, en un mot, suivant toute sorte de direction; (*a*) qu'un Fluide leger pese sur un plus pesant, & un

poids A + C fera encore Equilibre avec la bouteille & l'eau qu'elle contient; donc l'eau pese autant dans l'air que dans l'eau *son lieu naturel*, le Robinet étant ouvert.

(*a*) *La pression que cause la pesanteur d'un Fluide, se distribuë en tout sens.*

Exp. II. Les Fig. 2, 3, 4 représentent des Tuyaux recourbés à leurs extrémités inférieures sous differens angles; on a d'abord introduit du mercure par leur orifice inférieur, ensorte qu'il y en eut dans la longue branche jusqu'au niveau de cet orifice: à mesure qu'on plonge ces Tubes dans un vaisseau plein d'eau, celle qui entre par l'orifice inférieur des Tubes, presse sur le mercure par degrés, & le fait monter vers l'orifice supérieur, avec lequel elle n'a point de communication: pour prouver que la pression s'exerce aussi-bien de bas en haut, que suivant toute autre direction, plongez dans du mercure l'extrémité d'un Tuyau capillaire, bouchez ensuite avec le pouce l'orifice supérieur, soulevez le Tube, il restera à l'orifice inférieur une petite colomne de vif argent; plongez-le dans l'eau à la profondeur d'environ 14 fois la hauteur du petit cylindre de mercure; ôtant alors le pouce, non-seulement cette colomne demeurera suspenduë, mais elle sera portée vers le haut si vous enfoncez davantage le Tuyau.

plus

plus pesant sur un plus leger (*a*).

(a) *Un Fluide leger pese sur un plus pesant, & un Fluide pesant pese sur un plus leger.*

La premiere partie de cette proposition se trouve par l'Expérience précedente ; & si dans un tuyau recourbé on verse par l'orifice inférieur quelque huile plus legere que l'eau, elle sera aussi pressée par l'eau du vaisseau, & portée vers l'orifice supérieur du Tube : ce qui prouve la seconde Partie.

SECONDE LEÇON.

Un Fluide peut supporter un Corps spécifiquement plus pesant que lui, & même l'élever ; il peut aussi contenir un Corps spécifiquement plus leger que lui, & même le pousser vers le fond. La pression convenable d'un Fluide, peut produire des Phœnomenes pareils à ceux du Tube de Toricelli, des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, & autres effets semblables.

NOus avons prouvé hier que les Fluides conservent leur pesanteur *en eux-mêmes*, que par cette pesanteur ils font effort contre tous les Corps qui les environnent, & que cette pression s'exerce non-seulement de haut en bas, comme dans les autres Corps pesants, mais aussi de bas en haut, obliquement, latérale-

ment, en un mot, ſuivant toute ſorte de directions ; je ferai encore aujourd'hui des Expériences ſur cette preſſion des Fluides, pour vous faire connoître quelques-uns de ſes effets les plus généraux, réſervant pour la prochaine ſéance d'examiner plus en détail toutes les autres eſpéces de preſſions.

J'ai choiſi pour ſujet des Expériences que nous allons faire aujourd'hui, les Phœnomenes les plus ordinaires & les plus frappans, qu'on peut expliquer par la peſanteur de l'air, tels que la cohæſion des deux marbres polis, la ſuſpenſion du mercure dans les Barométres, les effets des Seringues, Pompes, Syphons &c. Si nous démontrons que tous ces effets peuvent non-ſeulement dépendre de la peſanteur d'un Fluide quelconque, mais encore qu'ils en ſont une conſéquence néceſſaire ; qu'enſuite nous puiſſions faire voir que l'air eſt un Fluide peſant, & que ſa peſanteur a un rapport ſenſible à celle de quelque Fluide que ce ſoit ; de toutes ces choſes réunies, il ne ſera pas

difficile de prouver directement que la pression de l'air est la cause de ces Phœnomenes, & autres semblables : consultons donc l'Expérience, & essayons si ce qui résultera de la pression causée par la pesanteur des Fluides, est quelque chose d'analogue à ce que je viens d'annoncer (*a*).

(*a*) L'Auteur faisoit faire ici les Expériences suivantes, & les expliquoit dans la suite de la Leçon.

Experience I. Fig. 7. *a*, *b*, est un grand Plateau de cuivre circulaire assez épais, & dont la surface supérieure est couverte d'un cuir mouillé, afin qu'étant appliqué à l'orifice *cd*, du vaisseau intérieur, l'eau du grand vaisseau ne puisse pas s'introduire entre deux. Si l'on tient le Plateau appliqué à l'orifice de ce vaisseau, en tirant le fil-d'archal *e* fixé à son centre, jusqu'à ce qu'on ait versé une suffisante quantité d'eau entre les deux vaisseaux, le Plateau se trouvera soutenu par la pression de l'eau; dont l'effort se porte vers le haut, comme on peut le voir en cessant de tirer le fil-d'archal. Le haut du vaisseau intérieur doit être assez large, pour qu'il puisse s'arrêter sur l'orifice de l'autre.

L'Exp. II. a déja été décrite dans la Leçon précedente, note *b*.

Exp. III. La Figure 8 représente un Gobelet de verre, au fond duquel on a scellé avec du mastic, un rond de bois dont la surface supérieure est bien plane & bien polie. Sur ce fond on applique un autre Plateau de bois de moindre Diamétre, dont la surface est pareillement polie. Si on presse avec le doigt ce dernier Plateau contre l'autre, & qu'en même-tems on verse beaucoup de vif argent dans le Gobelet; le doigt retiré, ce Plateau (quoique beaucoup plus leger que le mercure) ne s'élevera point, mais restera toujours attaché au fond, à moins qu'on ne l'en sépare en le tirant fortement par la cheville qui est fixée à son centre.

Exp. IV. Fig. 9. ayant versé dans la plus courte branche d'un Syphon parallèle, quelqu'huile plus legere que

Ces Expériences ont besoin de quelque explication : Je vais commencer par rendre raison des effets que vous venez de voir, & j'en tirerai après les conséquences, qui sont le principal motif qui m'a engagé à vous les faire.

l'eau ; si on enfonce peu à peu ce Syphon dans un vaisseau plein d'eau, l'huile descendra dans la branche la plus courte, & s'élevera dans la plus longue.

Exper. V. On a placé dans un grand vaisseau, dont le fond est applani avec de la cire fonduë, deux Gobelets de verre Cylindriques, qui contiennent chacun une certaine quantité d'eau colorée, de maniere qu'elle soit plus élevée d'un bon pouce dans l'un que dans l'autre : on a plongé dans cette eau colorée les deux branches d'un Syphon qui porte au haut de sa courbure un tuyau soudé qui communique avec les deux branches, comme on voit dans la Fig. 11. Enfin on a posé sur le grand vaisseau un couvercle de bois percé de deux trous ; sçavoir, un à son centre pour laisser passer le tuyau de communication, & tenir le Syphon dans une situation verticale ; & l'autre, pour laisser passer la queuë d'un entonnoir : la Machine étant ainsi disposée, on verse par l'entonnoir de l'huile de Terebenthine, ensorte qu'après avoir coulé par-dessus la surface de l'eau colorée, elle s'éleve de quelques pouces au-dessus de la courbure du Syphon ; quand il y en aura une suffisante quantité, la pression de cette huile sur l'eau colorée des Gobelets, la fera passer du grand, c'est-à-dire, de celui dans lequel elle est plus élevée, dans l'autre où elle est plus basse (que j'appellerai dorénavant le petit vaisseau) jusqu'à ce que sa surface se soit mise au niveau dans toutes les deux.

Exper. VI. La derniere Expérience étant facile à expliquer peut servir à faire entendre l'effet du Syphon ordinaire ; on prend un tuyau recourbé, on en met la plus courte branche dans un vaisseau plein de quelque liqueur, on suçe un peu par l'orifice de la plus longue pour emplir le Syphon ; & lorsqu'on cesse de suçer, l'eau s'écoule par cette branche jusqu'à ce que le vaisseau soit épuisé.

La cauſe de la forte adhérence du Plateau de cuivre à l'orifice du vaiſſeau de verre, vient de ce que les parties d'eau qui touchent immédiatement la ſurface inférieure de ce Plateau, ſont extrêmement preſſées par l'eau qui eſt au-deſſus du niveau de cette ſurface, & qui environne le vaſe à l'orifice duquel le Plateau eſt appliqué : cette eau ſupérieure & environnante, communique une preſſion de haut en bas aux parties qui ſont immédiatement au-deſſous d'elles, & dans le même niveau que la ſurface inférieure du Plateau ; celles-ci communiquent latéralement cette preſſion à celles qui ſont immédiatement au-deſſous de ce Plateau, & qui lui ſont contiguës. Car ſi les parties d'eau contiguës au Plateau n'étoient pas autant preſſées que celles qui ſont ſur le même niveau, directement au-deſſous de l'eau qui environne le vaſe, elles n'en pourroient pas ſoutenir l'effort par leur réaction ; elles cederoient donc, & ſe laiſſeroient comprimer davantage : par conſéquent

cette pression doit augmenter jusqu'à ce qu'elles soient toutes en équilibre. Or l'eau qui touche immédiatement la surface inférieure du Plateau, étant ainsi pressée, communique cette pression vers le haut, & cause cette étroite union de l'orifice du vaisseau avec le Plateau, malgré la résistance de sa pesanteur qui tend à le désunir, comme nous avons vu qu'il est arrivé tout-à-l'heure, quand la colonne d'eau supérieure n'a pas été assez haute pour contrebalancer & l'emporter sur cette pesanteur.

Maintenant pour savoir de quelle hauteur doit être la colomne d'eau capable de contrebalancer & de vaincre la pesanteur du Plateau, il faut connoître son poids & celui de tout ce qui lui appartient, c'est-à-dire du fil-d'archal & du cuir qui couvre sa surface supérieure; il faut ensuite le plonger à une profondeur, telle que la distance perpendiculaire comprise entre la superficie de l'eau environnante, & la base ou surface inférieure du Plateau, soit égale à la hauteur

d'un cylindre d'eau, de même base & de même pesanteur que ce Plateau, & tout ce qui lui appartient. Alors la pression de l'eau contre le Plateau soutiendra l'effort de sa pesanteur, comme on peut le démontrer par plusieurs moyens, & par celui-ci entr'autres.

Chaque partie d'eau qui est directement au-dessous & contiguë au Plateau, reçoit & communique une pression égale à celle que reçoivent chacune des semblables parties d'eau, qui sont sur le même niveau, directement au-dessous de l'eau qui environne le vase, comme il vient d'être prouvé tout-à-l'heure : Or ces parties qui sont immédiatement au-dessous de l'eau environnante, tiennent leur pression, du poids de la colomne d'eau qui est perpendiculairement au-dessus d'elles, & soutiennent par leur réaction, l'effort de cette pesanteur; donc la pression que chacune de ces parties reçoit & communique, est égale au poids de la colomne verticale qui est au-dessus d'elles. Puis donc que les parties d'eau

qui sont contiguës au Plateau, reçoivent & communiquent le même degré de pression que leurs voisines, la leur sera aussi égale au poids d'une semblable colomne d'eau, & la somme de leur pression, ou la force avec laquelle elles concourent toutes à soutenir le Plateau, sera équivalente à la pesanteur d'autant de pareilles colomnes, qu'il y a de parties d'eau contiguës à la surface inférieure du Plateau. A présent toutes ces colomnes ensembles sont égales à un cylindre qui auroit pour base la surface du Plateau, & pour hauteur la perpendiculaire comprise entre cette surface & la superficie de l'eau : si dono le poids du cylindre d'eau est aussi grand que celui du Plateau, il sera soutenu ; s'il n'y a pas assez d'eau pour que le poids de ce cylindre soit au moins égal à celui du Plateau, il sera séparé de l'orifice par l'excès de son propre poids sur celui de la colomne d'eau. Enfin, si la hauteur de l'eau est plus grande, sa pression plus forte que n'est la pesanteur du Plateau.

sera plus que suffisante pour le soutenir, c'est-à-dire, qu'elle le poussera vers le haut.

La pesanteur spécifique du cuivre est à celle de l'eau à peu près comme 8 à 1, c'est-à-dire que volume pour volume, le cuivre est environ 8 fois plus pesant que l'eau; donc les poids d'un cylindre d'eau & d'un cylindre de cuivre seront égaux, quand ayant des bases égales, la hauteur du cylindre d'eau sera 8 fois aussi grande que celle du cylindre de cuivre; d'où nous pouvons conclure, que pour que l'eau soutienne notre Plateau de cuivre, il doit être plongé à une profondeur 8 fois aussi grande qu'est son épaisseur. Par la même raison, un Plateau d'or fin, qui est le corps le plus pesant qu'on connoisse dans la nature, devroit être plongé environ à 20 fois son épaisseur: c'est à cette occasion que M. Boyle a proposé un de ses Paradoxes Hydrostatiques, en ces termes: *Si on met à la surface de l'eau un corps solide, même le plus pesant qui se puisse trouver dans*

la nature, sa seule pesanteur le fera couler à fond; cependant s'il est plongé à une profondeur 20 fois plus grande que son épaisseur, il n'ira pas à fond, à moins qu'il n'y soit poussé par la pesanteur de l'eau qui sera immédiatement au-dessus de lui.

On peut expliquer de la même maniere la seconde Expérience, dans laquelle le vif argent, qui est encore plus pesant que le cuivre, a été soutenu par l'eau, dont la pesanteur spécifique est 14 fois moindre. Je veux donc seulement vous faire remarquer, qu'on peut plonger un corps dans un Fluide d'une moindre pesanteur spécifique, à une profondeur telle, qu'il soit simplement soutenu, ou plus que soutenu & même élevé, ou enfin qu'il ne le soit point du tout; suivant les differentes pesanteurs des corps & la hauteur des colomnes de Fluide qui les environnent.

La vérité de cette proposition est très-claire dans cette Expérience; car quand nous avons plongé le vif argent à une certaine profondeur, nous l'avons vu de-

meurer en repos dans le tuyau ; quand nous avons enfoncé davantage le Tube, le vif argent montoit, & étoit poussé en haut par la force du Fluide plus que suffisante pour le soutenir ; enfin, si on élevoit le Tube jusqu'à un certain point, le vif argent descendoit par l'excès de sa pesanteur sur celle de la colomne du Fluide. Cette Expérience ne réussit guère que dans les tuyaux d'un très-petit diamétre ; car s'il est un peu trop large, l'eau s'insinuant entre le tuyau & le mercure, fera manquer l'Expérience.

Le Phœnomene du Plateau de bois qui demeure attaché au fond du vaisseau plein de vif argent, quoiqu'il soit plus leger que ce Fluide, pourroit paroître étonnant à ceux qui ignorent les principes d'Hydrostatique, ou qui auroient des préjugés de legereté positive, réelle ou absoluë ; car si cette legereté imaginaire étoit véritablement la cause qui fait monter les corps legers dans les Fluides moins legers qu'eux, il nous seroit absolument impossible d'expliquer

cette Expérience : en effet, pourquoi le Plateau de bois ne s'éleveroit-il pas par la force de cette legereté supposée, dans cette occasion comme dans les autres ? & pourquoi ne se feroit-il pas passage au travers du vif argent, qui est beaucoup plus pesant ? Mais si au lieu de cette legereté, (que nous ferons voir par la suite n'être qu'une chimere) on admet la pesanteur des Fluides, qu'on a déja trouvée conforme à la raison & à l'Expérience, on fera bien-tôt évanoüir cette difficulté ; car il est évident que le Plateau demeurera toujours attaché au fond du vaisseau, à moins qu'il n'en soit séparé & poussé en haut par quelque force étrangere, ce qui ne doit point arriver dans notre cas, puisque le vif argent ne sauroit s'insinuer entre le fond du verre & le Plateau, ni par conséquent l'élever en agissant contre sa surface inférieure, comme il a fait quand nous l'avons laissé s'insinuer en soulevant un peu le Plateau. Il seroit encore plus difficile d'expliquer, par la legereté positive, pourquoi non-

ſeulement le Plateau ne quitte pas de lui-même le fond du verre pour venir à la ſurface, mais encore pourquoi il faut employer quelquefois une force conſidérable pour le ſéparer du fond : Or on voit clairement que cette réſiſtance ne ſe peut expliquer que par la peſanteur du vif argent ſur le Plateau ; la force néceſſaire pour les ſéparer devant être plus grande ou moindre, ſuivant qu'on oppoſe à cette ſéparation, une plus grande ou une moindre colomne de mercure. On pourra s'étonner (comme cela a fort embarraſſé le Dr More) de ce qu'immédiatement au moment de la ſéparation, non-ſeulement il n'eſt plus beſoin d'employer de force conſidérable pour l'achever, mais au conrraire, de ce qu'on voit le Plateau s'élever à la ſurface du mercure avec rapidité ; d'autant qu'immédiatement au terme de la déſunion, & quand il commence à monter, le poids du vif argent qui le preſſoit eſt preſque auſſi conſidérable que celui qui le preſſoit avant la ſéparation, & le retenoit fixé au fond.

Si nous disons qu'il est élevé par le vif argent qui s'insinuë entre deux, au moment de la séparation, lequel reçoit cette force capable d'élever le Plateau, du reste de la masse du vif argent, c'est-à-dire, de celui qui n'est pas immédiatement au-dessus du Plateau, mais qui environne celui-ci, en un mot, de celui qui s'appuye sur l'espace annulaire compris entre le Plateau & le côté du Gobelet; le Docteur sera dans un plus grand embarras; il nous dira que la pression vers le haut, causée par la pesanteur du mercure environnant, ne peut aucunement égaler & encore moins excéder la pression de celui qui est perpendiculairement au-dessus, (à quoi il faut encore joindre la pesanteur du Plateau) car la quantité de mercure environnant, est beaucoup moindre que celle du cylindre qui est au-dessus du Plateau. Il regarde comme l'ouvrage de son principe *hylarchique*, ou esprit de la Nature, ce qu'il croit impossible d'expliquer autrement.

J'en ai assez dit dans l'explication de la premiere Expérience, pour résoudre cette difficulté ; car j'ai prouvé que la force avec laquelle le Plateau de cuivre est retenu à l'orifice du vaisseau de verre, est égale au poids d'un cylindre du Fluide dans lequel il est plongé, dont la base seroit égale à celle du Plateau, & dont la hauteur seroit, la perpendiculaire comprise entre la superficie du Fluide & la base du même Plateau, de quelque largeur qu'on suppose le Fluide environnant; Paradoxe qui sera encore mieux expliqué & démontré dans la séance prochaine. Donc dans le cas présent, la force qui pousse en haut le Plateau de bois est égale au poids d'un cylindre de vif argent, qui auroit la surface inférieure du Plateau pour base, & la perpendiculaire comprise entre cette base & la superficie du même vif argent pour hauteur : ce poids excéde manifestement celui de la colomne de mercure qui est appuyée sur le Plateau, même jointe au poids du Plateau, & la difference est l'excès du

poids du mercure ſur celui du Plateau, en volumes égaux.

Le vif argent eſt beaucoup plus commode pour cette Expérience, en ce qu'il ne s'attache pas au bois, & ne mouille pas comme fait l'eau, & par-là ne s'inſinuë pas auſſi aiſément entre les deux Plateaux.

L'Expérience qu'on a faite enſuite, ſert à démontrer la même choſe; ſçavoir que les Fluides peuvent contenir, & même abaiſſer des Corps ſpécifiquement plus legers qu'eux, avec cette difference ſeulement, que dans l'Expérience précedente on l'a démontrée des Corps ſolides, & que dans celle-ci on le prouve des Fluides; j'en paſſerai l'explication que chacun peut faire ſoi-même.

Nous avons mis, s'il vous en ſouvient, un peu de vif argent dans un vaiſſeau de verre, nous y avons plongé des Tubes de differents diamétres, dans leſquels le vif argent s'eſt élevé à la même hauteur que la ſurface de celui du vaiſſeau; nous avons enſuite verſé de l'eau par-deſſus

(qui

(qui n'a pu entrer dans les tuyaux, parce que leurs orifices étoient plongés dans le mercure,) & vous avez vû le vif-argent s'élever dans les Tubes au-dessus du niveau de celui qui restoit dans le vase. Cet effet est une suite toute naturelle de la pesanteur de l'eau sur le vif-argent : Car si nous imaginons un Plan paralléle à l'horison qui passe par l'orifice inférieur de tous ces tuyaux, il est certain que ces Fluides ne pourront rester en équilibre, à moins que chaque égale partie du Plan n'en soit également pressée, comme nous l'avons déja prouvé.

Or les parties de ce Plan qui sont directement sous les orifices des tuyaux, ne peuvent être autant pressées que les autres, à moins que le vif-argent ne monte dans ces mêmes tuyaux, assez pour contrebalancer par sa pesanteur, l'effort de l'eau qui presse sur les autres parties du Plan; & quoiqu'il semble d'abord qu'une colomne de vif argent d'une moindre hauteur dans un gros tuyau, est autant capable de contrebalancer cette pression

de l'eau, qu'une autre colomne d'une plus grande hauteur dans un petit tuyau (les quantités de mercure qui forment ces colomnes pouvant être égales,) il en arrive néanmoins tout autrement; car quoiqu'il y ait une plus grande masse de vif-argent dans le gros tuyau, aussi faut-il considérer qu'elle presse une plus grande partie du Plan.

Nous sommes enfin arrivés à cette ingénieuse Expérience dont s'est servi M. *Pascal*, pour faire voir que l'effet du Syphon peut dépendre de la pesanteur d'un Fluide. Nous avons vû, & par conséquent nous n'en pouvons plus douter, que le poids & la pression de l'huile de Terebenthine sur l'eau colorée, la fait couler par le tuyau recourbé, du vaisseau dans lequel elle étoit plus élevée, dans celui où elle l'étoit moins; mais pour vous faire concevoir cette vérité aussi clairement qu'elle vous a été sensible, je vais vous rapporter l'explication qu'en a donnée cet excellent Auteur, après que je vous aurai prévenu, qu'au

lieu d'eau teinte, il s'est servi de vif-argent, & d'eau commune au lieu d'huile de Terebenthine.

Nous devons remarquer, dit-il, que l'huile pesant sur l'eau colorée qui est dans chaque vaisseau, & point du tout sur celle qui est dans les branches du Syphon, il arrive que le poids de cette huile fait monter l'eau dans chaque branche jusqu'au haut du Syphon, qu'il doit y avoir là une espéce de combat entre ces colomnes qui se pressent ainsi mutuellement, d'où il résulte que celle qui a le plus de force doit nécessairement prévaloir; Or voyons laquelle a le plus de force. Puisque la colomne d'huile qui porte sur l'eau du petit vaisseau, a un pouce de plus, que celle qui porte sur le grand vaisseau, elle élevera davantage l'eau colorée dans la plus grande branche, par la force que lui donne la pesanteur d'un pouce d'huile qu'elle a de plus, d'où il paroît d'abord que l'eau devroit couler de la plus longue branche par la plus courte; mais il faut en même

temps confidérer, que le poids de l'eau dans chaque branche réſiſte à celui de l'huile qui tend à l'élever.

A préſent cette réſiſtance n'eſt pas égale dans les deux branches, car elle eſt plus grande dans la plus longue, en vertu du poids d'une colomne d'eau d'un pouce qu'elle a de plus : la colomne d'huile qui éleve l'eau dans la plus grande branche, a donc un pouce de plus, & la colomne d'eau qui contrebalance cette colomne d'huile a donc auſſi un pouce de plus : mais un pouce d'eau peſe davantage qu'un pouce d'huile, donc abſolument parlant, l'eau eſt élevée avec plus de force dans la plus courte branche, & par conſéquent doit monter & continuer de monter, juſqu'à ce qu'elle ſoit venuë à niveau dans les deux vaiſſeaux. (*a*)

(*a*) L'Auteur nous a donné ici l'explication de M. *Paſcal* ; mais je me ſouviens que dans ſon diſcours public il l'expliqua de cette maniere. Suppoſant (Fig. 11.) les branches du Syphon réellement égales, ou ce qui revient au même, ſuppoſant un Plan horiſontal qui paſſe au travers des branches, de l'eau colorée & des Gobelets : Les parties de ce Plan qui ſeront dans l'intérieur des branches, ſeront également preſſées par d'égales colomnes d'eau teinte,

D'où il suit, que la raison pourquoi l'eau s'écoule du vaisseau le plus élevé dans celui qui est plus bas, vient de ce que l'eau est spécifiquement plus pesante que l'huile ; le contraire devroit arriver, si le Syphon & les vaisseaux dans lesquels ses branches sont plongées étoient pleins d'huile & enfoncés dans un vaisseau plein d'eau ; car il arriveroit alors que l'huile du plus petit vaisseau monteroit par la plus longue branche, & passant par le haut du Syphon, descendroit dans le grand vaisseau, suivant l'explication que j'en viens de donner tout-à-l'heure ; car l'eau pressant continuelle-

renfermée dans ces branches ; mais d'autres égales parties de ce Plan, hors de chaque branche, seront inégalement pressées par les colomnes de liquides qui sont au-dessus, quoi qu'elles soient d'égale hauteur ; parce qu'une de ces colomnes qui répond au grand vaisseau, est composée de plus d'eau & de moins d'huile, que celle qui répond au plus petit ; la colomne la plus pesante, c'est-à-dire celle qui est dans le grand vaisseau, élevera donc plus fortement l'eau dans la branche qui lui correspond, que ne fera la colomne la plus legere dans la branche qui plonge dans le petit vaisseau : la difference de ces deux pressions fera couler l'eau par le Syphon du grand vaisseau dans le petit. Or cet excès de pression qui cause l'écoulement, est la difference en pesanteur de deux colomnes, l'une d'huile & l'autre d'eau, dont la base est égale à l'orifice du Syphon, & la hauteur est la difference de celles de l'eau dans les deux Gobelets.

ment sur l'huile dans le petit Gobelet, avec une force plus grande, puisqu'elle a un pouce de plus, & l'huile de la branche la plus longue résistant plus que celle de l'autre, en vertu d'un pouce de hauteur qu'elle a de plus; cet effet doit nécessairement s'ensuivre, puisqu'un pouce d'huile pese moins qu'un pouce d'eau, & qu'ainsi l'huile de la grande branche est plus puissamment élevée que celle de la plus courte, par conséquent l'écoulement doit se faire du petit vaisseau dans le grand. Par une suite de la même explication, si le Syphon étoit rempli d'un Fluide de même gravité que l'eau, il ne se feroit aucun écoulement, mais tout demeureroit en repos.

Je pourrois maintenant tirer facilement de ces Expériences, les conséquences qui en sont l'objet; mais elles ne sont pas encore assez sensibles pour m'y arrêter, j'en dirai seulement deux mots. Supposons donc que l'air soit un Fluide pesant, & que la surface de la terre en soit autant pressée, que si elle

étoit par-tout couverte de vif argent à la hauteur de 29 pouces $\frac{1}{2}$, ou bien d'eau jusqu'à la hauteur de 34 pieds, comme nous prouverons dans la suite que cela est. Si dans la premiere Expérience (Fig. 7.) nous substituons l'air à la place de l'Eau, & si à la place du Plateau de cuivre appliqué à l'orifice du vaisseau de cristal nous concevons deux marbres polis appliqués si exactement l'un contre l'autre, qu'il n'y ait point du tout d'air entre deux, ils doivent nécessairement être pressés mutuellement, & rester attachés; de même dans l'avant derniere Expérience, (Fig. 10.) dans laquelle le vif argent s'est élevé dans les deux tuyaux, si nous substituons le corps d'une Pompe à un de ces tuyaux, l'eau d'un puits au vif-argent qui est au fond du vase, enfin l'air au lieu de l'eau que nous avons versée sur le vif argent; pourvû qu'on observe d'empêcher l'air d'entrer entre la Pompe & le Piston, comme nous avons empêché l'eau d'entrer par l'orifice supérieur du tuyau; chacun

concevra que l'eau pourra monter dans la Pompe à la hauteur d'environ 34 pieds, par la pression de l'air extérieur qui pese sur l'eau du puits. La Seringue est une petite Pompe, & la Pompe une grande Seringue ; ce qu'on a dit de la Pompe, peut donc s'appliquer à la Seringue : c'est la même chose pour le tuyau de Toricelli, & les Barométres dans lesquels le vif argent se tient communément à la hauteur de 29 pouces ½ le poids d'une pareille colomne de vif argent, faisant équilibre avec une colomne d'eau d'environ 34 pieds.

On voit évidemment, que comme dans notre Expérience le vif-argent monte à la même hauteur dans tous les tuyaux, quoique de diamétres différents, de même aussi la hauteur des Fluides doit rester la même dans les Pompes & les Barométres, malgré la difference de leurs ouvertures.

La derniere Expérience convient si bien au Syphon, que chacun peut en faire aisément soi-même l'application.

TROISIE'ME LEÇON.

Les Fluides pressent en raison de leur hauteur perpendiculaire, quelque soit leur quantité, & la figure des vaisseaux qui les contiennent ; estimation exacte de toutes les espéces de pressions ; recherche du centre de pression d'un Fluide sur un Plan quelconque, où l'on démontre qu'il est le même que celui de percussion.

NOUS allons déterminer à présent la pression qu'un Fluide exerce par sa pesanteur contre une surface quelconque ; pour le faire avec ordre, nous commencerons par les cas les plus simples & les plus aisés, d'où nous passerons à ceux qui sont compliqués. Soit, *ab*, *cd*, (Fig. 12.) un vaisseau qui contienne un Fluide comme de l'eau, soit, *ab*, la surface supérieure de cette eau, & *cd* le fond du vase ; la pression sur chacune des parties du fond, comme *gh*, sera égale au poids d'une colomne d'eau *ghik* ; dont la partie *gh* sera la base, & *gi* ou *hk* la hauteur perpendiculaire

ceci est évident, & on peut le prouver par l'absurdité du contraire.

Car si on dit que *g h* soutient un plus grand poids que celui de la colomne *g h i k*, l'excès en doit venir des colomnes collatérales *a c g i*, *k h d b*. Par la même raison on doit dire que *c g* soutient un plus grand poids que celui de la colomde *a c g i*, & *h d* un plus grand aussi que celui de la colomne *k h d b*. Mais si cela est vrai, toutes les parties *c g*, *g h*, *h d*, du Plan *c d* soutiendront conjointement un effort plus grand que celui de toute l'eau qui est dans le vaisseau *a b c d* ce qui est absurde ; ce sera la même chose, si on dit que *g h* soutient une pression moindre que celle qui est causée par le poids de la colomne *g h i k*. Donc le poids de la colomne qui est perpendiculairement au-dessus du Plan, est la mesure de la pression que soutient ce Plan. Telle est celle que souffre le Plan *g h* dans le cas dont il s'agit.

Si la figure du vaisseau vient à changer, la pression sera toujours la même,

fant que la perpendiculaire entre le Plan *gh* & la superficie de l'eau contenuë dans le vase, de quelque figure qu'il soit, demeurera exactement la même ; ainsi dans le vaisseau *lnghom* (Fig. 13. & 14) dont la figure est irréguliere, si *lm* est la surface de l'eau, & si la distance perpendiculaire entre *gh* & *lm*, sçavoir *gi* ou *hk* est la même que ci-devant (Fig. 12.) la pression exercée par l'eau du vaisseau *lughom* contre le fond *gh* sera égale au poids de la colomne d'eau *ghik* (Fig. 12.) quoiqu'il y ait bien moins d'eau dans la Figure 13. & bien davantage dans celui de la Figure 14. La pression ne doit donc pas s'estimer de la quantité d'eau, mais de sa hauteur; car si la quantité d'eau *lghm* Fig. 13. est mille fois moindre que la quantité *ghik* (Fig. 12.) ce qu'on peut bien supposer ; & celle-ci mille fois moindre que la quantité *lghm* Fig. 14. il y aura donc dans ce dernier vaisseau un million de fois plus d'eau que dans le premier; néanmoins la pression de deux quanti-

tés d'eau si differentes sur un égal fond *g h* sera toujours égale au poids de la colomne perpendiculaire *g h i k*; ce qui peut avec raison passer pour un Paradoxe d'Hydrostatique, mais qu'on peut cependant démontrer, de cette maniere entr'autres.

Concevons chacun de ces vaisseaux placé dans un autre plus large *a b c d*; la préssion sur *g h* demeurera toujours la même, soit que nous supposions l'eau *l n g h o m*, contenuë dans son propre vaisseau, ou qu'imaginant ce vaisseau enlevé, nous supposions à sa place l'eau *a c g n l* & *h o m b d*; car on peut concevoir l'eau du petit vase, comme retenuë par celle du grand qui l'environne de tous côtés, comme faisoit le premier vaisseau. Supposons donc à présent tout en repos, il est évident dans ce dernier cas, où nous supposons l'eau environnante *a c g n l* & *h o m b d* servir de vaisseau à l'eau *l n g h o m*, que la préssion sur *g h* est égale au poids de toute la colomne *g h i k*, comme il a déja été

prouvé ; donc aussi dans le premier cas ; quand l'eau *lnghom* étoit contenuë dans son propre vaisseau, sa pression sur *gh* étoit aussi égale au poids de la même colomne *ghik*. En raisonnant de la même maniere, on conclura que l'eau contenuë dans quelque vaisseau que ce soit de figure irréguliere, comme *ln ghom* Figure 15. pressera le fond avec une force égale au poids de la colomne d'eau qui auroit le même fond pour base, & *gi* ou *hk* perpendiculaire entre les deux Plans *gh*, *ik*; pour sa hauteur.

Si le Plan *gh* est incliné à l'horison comme dans la Figure 16. la pression exercée sur *gh* par l'eau du vaisseau *lnghom*, ou du vaisseau *eghf*, ou encore du grand vaisseau *acbd* sera toujours la même, tant que les surfaces superieures, *lm*, *ef*, *ab* seront dans le même Plan, ou à la même hauteur au-dessus de *gh*; en un mot, la hauteur du Fluide est toujours la mesure de sa pression sur une base donnée, quelle que

soit la figure du vase & la quantité de Fluide qu'il contient (*a*).

J'entreprendrois bien dès-à-présent

(*a*) L'Auteur démontroit ainsi cette proposition. La Fig. 17. représente un Syphon renversé, à branches inégales; il est à moitié rempli d'eau, dont la surface reste à niveau dans les deux branches: donc en supposant le Syphon coupé au fond de la courbure par un Plan, l'eau de chaque branche presse ce Plan de part & d'autre avec une force égale & opposée, quelle que soit la figure des branches & la quantité d'eau qu'elles contiennent; autrement les surfaces ne resteroient pas de niveau.

On a vu ci-dessus que le Plateau de cuivre (Fig. 7.) qui est environ 8 fois plus pesant qu'un pareil volume d'eau, restoit appliqué à l'orifice du vaisseau intérieur quand il étoit plongé à plus de 8 fois son épaisseur: Quand donc il est ainsi suspendu dans l'Expérience, il faut verser de l'eau dans le vaisseau intérieur & en observer la hauteur quand le Plateau se séparera de l'orifice; ou plutôt observer la difference en hauteur entre l'eau des deux vaisseaux au moment de cette séparation; cette difference suivant la Theorie que nous avons établie, doit être environ 8 fois l'épaisseur du Plateau. Après cette observation, il faut faire entrer à force dans le vaisseau intérieur, un morceau de liége, enveloppé d'un cuir mouillé, & l'enfoncer d'un pouce environ, pour qu'il y ait une petite cavité entre lui & le Plateau. Ce liége doit être percé d'un trou à son Centre, pour introduire & cimenter un petit Tube de verre d'environ un pied de long, & d'un quart de pouce de Diamétre; on fait passer au travers de ce Tube le fil de fer qui sert à tirer le Plateau: l'ayant donc appliqué à l'orifice du vaisseau, & remis dans l'eau, le Plateau sera soutenu comme auparavant. Dans cet état, si on verse peu à peu de l'eau par le Tube jusqu'à ce qu'occupant l'espace qui est entre le Plateau & le liége, elle s'éleve dans ce Tube à une certaine hauteur, le Plateau tombera dès que cette hauteur sera celle qu'on aura d'abord observée; d'où il suit que la pression d'une petite quantité de Fluide est égale à celle d'une grande quantité sur la même base, quand elles ont une même hauteur.

l'estimation des efforts des Fluides contre toute sorte de Plans, tant perpendiculaires qu'inclinés à l'horison ; mais parce que les parties infiniment petites qui composent ces Plans, souffrent differents efforts, suivant que les particules d'eau qui les touchent immédiatement, sont elles-mêmes differemment pressées, c'est-à-dire, selon qu'elles sont à differentes profondeurs ; d'ailleurs, puisque tous ces differents efforts pris ensemble, nous font connoître la pression totale, nous devons considérer avant d'aller plus loin, quelle doit être l'effort que soutiendra chacune de ces parties infiniment petites.

Premierement donc, nous considérerons que chaque particule d'un Fluide en repos est également pressée de tous côtés par toutes celles qui l'environnent, autrement elle céderoit jusqu'à ce qu'elle fut également pressée ; étant donc également pressée de tous côtés, elle doit aussi par sa réaction agir avec la même force contre tout ce qui lui est contigu,

& cela ſuivant toutes les directions imaginables ; car ſi elle preſſoit moins qu'elle eſt preſſée, elle obéiroit néceſſairement à la force qu'on ſuppoſe plus grande que la ſienne, & ſi elle preſſoit davantage, elle écarteroit ſes plus foibles antagoniſtes, par cet excès de force ; donc puiſqu'on ſuppoſe toutes choſes en repos, on ne ſçauroit imaginer que cette inégalité de preſſion puiſſe avoir lieu : à préſent nous avons démontré que la preſſion de haut en bas eſt égale au poids de la colomne immédiatement perpendiculaire ; donc la preſſion, ſuivant toute autre direction, eſt auſſi égale au poids de la même colomne perpendiculaire, & puiſque l'action eſt égale à la réaction, cette même particule dont nous parlions tout-à-l'heure, doit agir contre toutes celles qui l'environnent avec la même force, ſçavoir celle qui eſt égale au poids de la colomne immédiatement perpendiculaire. Un Fluide preſſant donc ſuivant toute ſorte de directions, il eſt évident que les preſſions ſuivant toutes ces directions

ſeront

feront égales, fi les points de contact dans lefquels elles s'exercent font à d'égales profondeurs, ce qui étant accordé nous pouvons avancer.

Suppofons que *abcd* (Fig. 19.) foit un vaiffeau cubique rempli d'eau jufqu'au haut; dont la furface foit repréfentée par *ab*; pour déterminer la preffion exercée par le poids de l'eau qu'il contient, contre chacun de fes côtés comme *ac*; (ce coté, qui eft un quarré, eft ici exprimé par une ligne droite pour éviter la confufion) la mefure de la preffion fur chaque point phyfique de ce quarré, ou comme on le repréfente ici, fur chaque point de la Ligne *ac*, eft la hauteur de l'eau au-deffus de ce point, ainfi la preffion fur *l* eft exprimée par *al*, la preffion fur *m* par *am*, fur *n* par *an*, fur *c* par *ac*, & ainfi de tout autre point de la Ligne *ac*; donc la preffion fur toute la Ligne ou fur tous fes points, fera mefurée par la fomme de toutes les hauteurs *al*, *am*, *an*, *ac*, felon qu'il y aura de points dans la Ligne *ac*; à préfent cette fomme

peut s'estimer en menant du point *l*, la perpendiculaire *lo* égale à *al*; du point *m*, la perpendiculaire *mp* égale à *am*; du point *n*, la perpendiculaire *nq* égale *an*; enfin du point *c*, *cd* égale à *ac*.

Or il est évident que la somme de *al*, *am*, *an*, *ac*, &c. doit être égale à la somme des perpendiculaires *lo*, *mp*, *nq*, *cd*; & si de chaque point intermédiaire entre *a* & *l*, on conçoit des perpendiculaires menées de la même maniere, la somme de toutes ces perpendiculaires sera la mesure entiere des pressions sur *ac*: mais la somme de toutes ces perpendiculaires est égale à la surface du triangle *acd*: donc la surface de ce triangle *acd* est la mesure de toutes les pressions sur la Ligne *ac*. Maintenant la Ligne *ac* représentant un quarré, le triangle *acd* représentera un prisme, dont ce même triangle est la base & le côté du quarré la hauteur; le poids de ce prisme d'eau est donc la mesure de la pression exercée contre le quarré ou côté du Cube; or ce prisme est la moitié du Cube,

comme on sçait par les élémens d'Euclide : donc la pression exercée contre ce quarré est égale au poids de la moitié de l'eau contenuë dans le vaisseau Cubique : Il y a quatre pareils côtés dans le Cube, outre le fond & la superficie, & chacun de ces quatre côtés soutient une semblable pression : donc tous ensemble soutiennent quatre fois la moitié, c'est-à-dire deux fois le poids de toute l'eau contenuë dans le vaisseau : & le fond, suivant ce que nous avons déja démontré, soutient lui-même la pression entiere de l'eau ; donc le fond & les côtés d'un vaisseau Cubique rempli d'eau, supportent ensemble un effort égal à trois fois la pesanteur de l'eau contenuë dans ce vaisseau. J'ai tâché de rendre la chose aussi aisée, que j'ai cru que la nature de la matiere le pouvoit permettre ; cependant comme l'endroit de cette démonstration où j'ai dit que le Triangle *acd* représentoit un prisme, quand la Ligne *ac* représente un quarré, pourroit paroître obscur, je vais tâcher de l'éclaircir.

Soit donc *acfe* (Figure 20.) le côté quarré du vaiſſeau, & *cdgf* le fond quarré du même vaiſſeau. Nous avons prouvé que la preſſion ſur la Ligne *ac* étoit exprimée par le triangle *acd*: en raiſonnant de même, on prouvera que la preſſion ſur la Ligne *ef* ſera évaluée par le triangle *efg*, & la preſſion ſur un autre côté quelconque *hi* paralléle aux deux autres, & ſitué entre deux, ſera meſurée par le triangle *hik*: Or ſi nous imaginons le quarré *acfe* compoſé d'une infinité de ſemblables lignes *hi*, la preſſion ſur tout le quarré ſera exprimée par une infinité de triangles ſemblables *hik*; à préſent la ſomme de tous ces triangles compoſe le priſme *aegdcf*, & ce priſme eſt la moitié de tout le Cube, comme *acd* eſt la moitié du quarré *acdb*. Si le Plan *acfe* au lieu d'être un quarré, eſt un parallélogramme rectangle, dont le côté *ae* ſeroit plus long ou plus court que *ac*, il ſuivra de ces principes, que la preſſion que ſoutiendra ce côté, ſera égale au poids d'un priſme d'eau qui auroit

le triangle *acd*, pour base & le côté *ae* pour hauteur.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des Plans perpendiculaires ou paralléles à l'horison ; il ne sera pas difficile d'appliquer ce que j'en viens de dire, à ceux qui lui sont inclinés. Qu'*ac* représente donc (Figure 21.) un Plan oblique quelconque, & *ab* la surface de l'eau qui pese sur ce Plan ; la mesure de la pression sur le point *b* est *ls*, hauteur perpendiculaire de l'eau au-dessus de ce point : de même *fm*, est la mesure de la pression sur le point *m*, *vn* sur *n*, *xc* sur le point *c* ; & imaginant la même chose de tous les points de la Ligne *ac*, la somme de toutes ces perpendiculaires qui est le triangle *acr*, sera la mesure de la pression sur toute la ligne *ac* ; or si cette Ligne représente un parallélogramme, comme ci-devant, le triangle deviendra un prisme & le poids d'un pareil prisme d'eau, dont Euclide enseigne les dimensions, sera ce que soutiendra le parallélogramme, ou Plan oblique.

J'ai supposé jusqu'à présent que la Ligne *ca*, ou le parallélogramme quelle représente, se rencontre avec la surface de l'eau en *a*, si cela n'arrivoit pas, & que la partie la plus élevée de la Ligne, ou parallélogramme, fût encore à quelque distance de la surface de l'eau, le calcul en seroit toujours assez facile. Soit *mc* (Figure 21.) la Ligne ou le parallélogramme proposé, la pression sur cette Ligne *mc* sera mesurée par le Trapeze ou Figure à quatre côtés *mcrp*, & la pression sur le parallélogramme que cette Ligne représente, sera exprimée par un prisme qui auroit ce Trapeze pour base, & l'autre côté du parallélogramme, qu'on suppose parallele à la surface de l'eau, pour sa hauteur.

Vous pouvez concevoir par ce que je viens de dire sur ce petit nombre d'exemples, que la pression exercée contre un Plan de quelque Figure & dans quelque situation qu'il soit, est toujours égale au poids d'un solide d'eau, formé par les perpendiculaires élevées sur cha-

que point du Plan proposé, & égales aux distances respectives de ces points à la superficie de l'eau. Car ces perpendiculaires étant la mesure de la pression sur les points sur qui elles sont élevées, leur somme ou le solide qu'elles formeront, sera égale à la somme des pressions sur tous les points, c'est-à-dire, à la pression sur tout le Plan.

Nous pouvons encore exprimer la même chose plus généralement, tant pour les surfaces courbes que pour les planes, en cette sorte : *La pression d'un Fluide sur un Plan, est égale à la somme des produits de chaque infiniment petite partie de ce Plan, par sa distance à la superficie du Fluide*; car la pression sur chacune de ces parties, est égale au poids d'une colomne qui auroit cette particule pour base, & sa distance a la surface du Fluide pour hauteur; or pour peu qu'on soit Geométre, on voit évidemment que ces colomnes se mesurent en multipliant la base par la hauteur; donc la somme des produits de toutes ces particules ou bases,

par leur hauteur ou diſtances reſpectives de la ſurface du Fluide, eſt égale à la ſomme des colomnes qui peſent ſur chaque particule, & partant au ſolide qui preſſe par ſon poids toute la ſurface propoſée.

Reſte à préſent à connoître la ſomme de tous ces produits, or c'eſt un problême qui n'eſt ſouvent pas aiſé. *Stevin*, dans ſon Hydroſtatique, la réſolu ſeulement dans quelques cas, encore ne ſe rapportent-ils qu'aux ſurfaces planes & régulieres; cependant c'eſt lui qui a avancé le plus loin dans cette recherche. Voici pour le réſoudre une formule générale, auſſi facile & auſſi expeditive qu'on la puiſſe deſirer : *La preſſion ſur une ſurface de Figure & de ſituation quelconque, eſt égale au poids d'un ſolide d'eau produit, en multipliant ſa ſurface par l'abaiſſement de ſon centre de gravité au-deſſous de la ſuperficie de l'eau.*

Ceux qui ne ſçavent pas de *ſtatique*, & qui ne connoiſſent pas la propriété du centre de gravité, n'entendront peut-être pas la démonſtration de cette for-

mule, je la donnerai cependant en faveur de ceux qui pourront l'entendre : les autres ſuppoſant une vérité qui eſt démontrée par tous les Mechaniciens, ſeront pleinement ſatisfaits quand ils entendront le Theorême ſuivant, qui eſt fondé ſur cette propriété.

Si chaque partie infiniment petite d'une ou pluſieurs ſurfaces, eſt reſpectivement multipliée par ſa diſtance perpendiculaire d'un Plan donné quelconque, la ſomme de tous les produits ſera égale à celui de la ſurface entiere, ou de toutes enſembles, s'il y en a pluſieurs, par la diſtance perpendiculaire du centre de gravité de cette ſurface, ou du centre commun de gravité de toutes les ſurfaces, au Plan propoſé (*a*).

(*a*) Fig, 22. ſoient a, b, c, d un nombre de grandeurs qui repréſentent autant de poids ſuſpendus à leur centre de gravité a, b, c, d par les cordes ao, bo, co, do attachées au Plan horiſontal $oooo$; ſoit z leur centre commun de gravité, & zo, ſa diſtance perpendiculaire au Plan; je dis que $a \times ao + b \times bo + c \times co + d \times do = \overline{a+b+c+d} \times zo$.

Car ſoit x le centre commun de gravité des poids a & b, & ſoit tirée xo parallèle aux autres; que am & bn lui ſoient perpendiculaires. A cauſe des triangles ſemblables, on aura $mx : nx :: (xa : xb ::) \; b : a$ par

Prenant à présent la superficie de l'eau pour la surface à laquelle nous allons rapporter les infiniment petites parties du Plan contre lequel se fait l'effort du

la propriété du centre de gravité ; d'où on tire $a \times mx = b \times nx$, ou bien $a \times \overline{mo - xo} = b \times \overline{xo - no}$, ou bien encore $a \times mo - a \times xo = b \times xo - b \times no$; d'où on tire enfin $a \times mo + b \times no = \overline{a + b} \times xo$; ce qu'il falloit démontrer dans le cas le plus simple de la proposition.

Or soit à présent le poids $x = a + b$ suspendu par la corde xo dans le centre commun de gravité de a & de b, & pareillement le poids $y = x + c$ dans le centre commun de gravité de x & de c, enfin le poids $z = y + d$ dans le centre commun de gravité de y & de d, donc z est le centre de gravité commun des poids a, b, c, d proposés d'abord.

Par conséquent, par ce qui a été prouvé dans le premier cas, nous avons $a \times ao + b \times bo = x \times xo$, & pareillement $x \times xo + c \times co = y \times yo$, & de même $y \times yo + d \times do = z \times zo$; & enfin $a \times ao + b \times bo + c \times co + d \times do = (z \times zo)$ $\overline{a + b + c + d} \times zo$, ce qu'il falloit démontrer.

D'où il suit, que si on considere une ou plusieurs surfaces quelconques, comme également pesante dans chacune de leurs parties, & comme divisées en une infinité de petites parties, suspendues par des lignes tirées perpendiculairement de leur centre de gravité, à un Plan horisontal ; il est évident qu'en multipliant chaque partie par sa perpendiculaire, la somme de tous ces produits sera égale à celui de toute la surface multipliée par la perpendiculaire tirée de son centre de gravité au même Plan, & que cette égalité subsistera toujours, tant que ces lignes seront perpendiculaires à un Plan quelconque, quand même il ne seroit pas parallèle à l'horison.

Fluide : puiſqu'on a déja fait voir que la preſſion contre ce Plan eſt égale au poids d'un ſolide d'eau, auſſi grand que la ſomme des produits de chaque partie infiniment petite par ſa diſtance perpendiculaire, & que cette ſomme des produits, par le Theorême que je viens de rapporter, eſt exactement égale à celui de toute la ſurface, ou ſomme des ſurfaces, multipliée par la diſtance perpendiculaire de leur centre commun de gravité à la ſuperficie de l'eau ; il eſt manifeſte que le même produit eſt la quantité d'eau dont la peſanteur cauſe la preſſion cherchée ; la même regle ſe pourroit encore démontrer autrement, mais j'ai choiſi cette méthode comme la plus convenable & la plus facile.

Stevin s'eſt encore propoſé un autre problême ; ſçavoir, de déterminer le centre de preſſion ſur un Plan propoſé ; on entend par ce centre un point tel, que ſi on y réuniſſoit toute la preſſion, l'effort que ce Plan ſoutiendroit, ſeroit préciſément le même, que lorſque la

pression est inégalement distribuée dans toute son étendue, comme on l'a supposé jusqu'ici. Nous pouvons dire autrement, que c'est le point auquel nous concevons toute la pression réunie ; ou bien encore que c'est un point, auquel si on appliquoit une force égale & opposée à la pression, tout demeureroit en équilibre, & ces deux forces se soutiendroient mutuellement.

Ainsi, si *abcd* Fig. 23. représente un vaisseau plein d'eau, & dont le côté *ac* est pressé par une force de 20. liv. d'eau : nous avons vû que cette force est inégalement distribuée sur *ac*, que les parties proche de *a* sont moins pressées que les parties proche de *c*, qui sont à une plus grande profondeur, & par conséquent que les efforts de toutes les pressions sont réunis dans quelque point *z* plus proche de *c*, que de *a* ; or c'est ce point *z* qu'on appelle le Centre de pression : Si donc on applique à ce point une force égale à un poids de 20. liv. le Plan sera affecté de même, que lorsque

la pression est inégalement distribuée dans toute son étenduë ; & si nous appliquons la même force au même point, mais dans une direction contraire, elle contrebalancera la pression de l'eau, & leurs effets se détruiront mutuellement. Supposons une corde *zpω* fixée en *z* qui passant sur la poulie *p*, est attachée à un poids *ω* de 20. liv. de maniere que la partie *zp* de la corde soit perpendiculaire à *ac*, & que l'effort du poids *ω* soit égal, & sa direction contraire à la pression de l'eau; si *z* est le centre de pression, ces deux puissances seront en équilibre, & leurs efforts se détruiront mutuellement.

On seroit sans doute curieux d'avoir une méthode générale pour trouver ce centre de pression dans toute sorte de cas ; nous ne pouvons pas attendre là-dessus de grandes lumieres de *Stevin*, il n'en a résolu qu'un petit nombre, & même des plus aisés, laissant à son Lecteur le soin d'appliquer sa méthode dans d'autres circonstances ; mais ceux qui le vou-

dront faire, trouveront à ce que je crois plus de difficultés qu'ils ne s'y attendent. Cette raison m'a engagé à chercher la formule générale que je donne ici.

Si on prolonge un Plan proposé, jusqu'à ce qu'il rencontre la superficie de l'eau aussi prolongée s'il est nécessaire, & qu'on regarde la commune section comme l'Axe de suspension du Plan ; le centre d'oscillation ou de percussion de ce Plan, qu'on imagine tourner autour de l'Axe, sera le centre de pression cherché.

Si donc *ac* Fig. 24. représente le Plan proposé, lequel soit prolongé jusqu'à ce qu'il coupe le Plan *gh* en *d*; on prend *d* pour l'Axe de suspension du Plan *ac*, le centre de percussion, du Plan *ac* tournant autour de *d*, sera aussi le centre de pression; car si les forces percussives de chaque point du Plan, sont comme les pressions exercées sur ces points, le centre de percussion doit nécessairement être le même que celui de pression; or cette force de percussion est par tout la

même, que celle de la pression de l'eau: voici comme je le prouve. La force percussive de chaque point comme *b*, est comme la vitesse de ce point *b*, & cette vitesse est comme la distance *bd*, à l'Axe du mouvement: de même la force percussive de *a*, est comme *ad*, celle de *c*, comme *cd*. Puis donc que les forces percussives des points *a*, *b*, *c* sont comme les Lignes *ad*, *bd*, *cd*, & que ces Lignes sont comme *ea*, *fb*, *gc*, perpendiculaires à la surface de l'eau; enfin, que ces perpendiculaires sont comme les pressions sur *a*, *b*, *c*, il suit que les forces percussives, prenant *d* pour l'Axe de suspension ou de mouvement, sont respectivement comme les pressions de l'eau sur les mêmes points. Donc le centre de percussion ou celui d'oscillation, est le même que celui de pression.

Les Geométres modernes excités par la belle invention des horloges à pendule, se sont beaucoup appliqués à determiner exactement le centre d'oscillation; les

regles qu'ils nous ont laiſſé là-deſſus ſont faciles, & ils les ont ſouvent appliquées. Ayant donc fait voir comment on peut ſe ſervir du centre d'oſcillation, pour déterminer le centre de preſſion, je crois avoir ſuffiſamment rempli les vûes que je m'étois propoſées; cependant pour une plus grande évidence, j'ajouterai quelques exemples.

Soit propoſé de trouver l'effort que ſupporte un Plongeur, quand le centre de gravité de la ſurface de tout ſon corps eſt à la profondeur de 32 pieds. La ſurface d'un homme de moyenne taille eſt d'environ 10 pieds quarrés, & en multipliant 32, la profondeur du centre de cette ſurface, par 10, ſuperficie de tout le corps; on aura par-la regle précedente 32 fois dix pieds cubiques pour le ſolide d'eau, dont la peſanteur preſſe le Plongeur: Or un pied cubique d'eau par pluſieurs Expériences, peſe 1000 onces, de la livre *aver du poids*; donc 32 × 10 ou 16 × 20, fera 16 × 20 000 onces, c'eſt-à-dire 20 000 liv. *aver du*

poids

poids, que soutient le Plongeur à trente-deux pieds de profondeur.

Soit encore, Fig. 25. le parallélogramme rectangle *abcd*, représentant un mur, un batardeau, la digue d'un étang, ou tout autre onvrage de maçonnerie perperdiculaire à l'horison, & fait pour contenir de l'eau, dont *ab* soit la surface; qu'*ab* soit de 20 pieds, *ac* de 12; enfin soit *k* le centre de gravité du Plan: la profondeur de ce centre sera égale à la moitié de *gh*, ou à la moitié de *ac*, c'est-à-dire de 6 pieds; on détermine l'aire de ce Plan en multipliant *ab* × *ac*, c'est-à-dire 12 × 20 ce qui fait 240 pieds quarrés; multipliant cette aire 240, suivant notre regle, par *gk*, qui est de 6 pieds, le produit, 1440 pieds cubiques d'eau, dont chacun pese mille onces, c'est-à-dire 90000 livres, est l'effort que soutient le mur ou la digue *abcd*.

Pour trouver le centre de pression, il faut prendre la Ligne *ab* commune section de la digue & de la superficie de l'eau, pour l'Axe de suspension du

Plan *abcd*; or par les découvertes de Mrs *Huyghens*, *Wallis*, & autres Geométres, le centre d'oscillation z de ce Plan, sera dans la Ligne *gh* qui le coupe en deux, & est paralléle à *ac*, ou à *bd*, & la Ligne *gz* sera les deux tiers de *gh*, c'est-à-dire de 8 pieds; ce même point z est aussi le centre de pression, comme nous venons de le prouver tout-à-l'heure.

QUATRIÉME LEÇON.

Des corps qui surnagent ou qui s'enfoncent dans les liquides; examen de leur pesanteur & legereté relatives, leurs differentes situations; Phœnomene des bulles de verre.

NOUS allons considerer aujourd'hui les corps qui surnagent ou qui s'enfoncent dans les liquides: nous examinerons leur pesanteur & leur legereté relatives, leurs différentes positions & situations. Cette recherche est le sujet d'un Ouvrage, intitulé: *De insidentibus in humido*,

composé par *Archimedes*, dont l'Original Grec a été perdu, & la Traduction Latine nous a été conservée.

J'aurois voulu vous faire un extrait de ce qu'il a enseigné, avec quelques additions; mais parce que les dernieres propositions de son premier livre nous démontrent quelle situation doit affecter une portion de Sphére flottante, & que tout le second livre, excepté la premiere proposition, est uniquement employé à déterminer la même chose pour un Conoïde parabolique (qui est un solide formé par la révolution d'une parabole autour de son axe); je me contenterai de vous enseigner les fondements sur lesquels ces Theorémes sont établis, & d'en faire en passant l'application à quelque solide : cette matiere convenant mieux à la Geométrie, qu'à l'Hydrostatique.

Nous avons vû que les Fluides pressent en tout sens les Corps qu'ils environnent, mais cette pression n'est pas la même sur toutes les parties d'un corps; car

la hauteur du Fluide eſt par tout la meſure de cette preſſion, & les parties d'un même corps étant à différentes profondeurs, doivent être différemment affectées : cherchons donc laquelle de ces preſſions eſt la plus conſidérable.

Il eſt évident que les preſſions latérales ſont en équilibre, & par conſéquent égales entr'elles, puiſqu'elles ſont produites par des colomnes de Fluides d'égale hauteur, & que leurs directions ſont oppoſées : donc elles ne peuvent point déterminer le corps à ſe mouvoir; mais les parties du Fluide qui ſont à la ſurface inférieure de ce corps plongé, ont par-deſſus elles une plus grande hauteur, & par conſéquent plus de force que celles qui s'appuyent ſeulement ſur ſa ſurface ſupérieure; donc le corps doit être plus fortement élevé par la premiere de ces deux puiſſances, qu'abaiſſé par la ſeconde, & il paroît qu'il devroit monter par l'excès de cette force, s'il étoit ſans peſanteur.

On conçoit aiſément que cet excès

de force, n'eſt autre choſe que le poids d'un volume de Fluide dont le corps occupe la place; ou bien encore que c'eſt la différence en peſanteur, de deux colomnes, qui ont pour baſes les ſurfaces ſupérieures & inférieures du corps plongé, & dont les hauteurs ſont les diſtances reſpectives de ces mêmes ſurfaces à la ſuperficie du Fluide.

On a dit, que ſi les Fluides peſoient véritablement *en eux-mêmes*, ils devroient précipiter au fond tous les corps qu'on y plonge, au lieu qu'on voit arriver tous les jours le contraire dans ceux qui ſont ſpécifiquement plus legers que le Fluide, dans lequel on les enfonce: ceux qui ont fait cette Objection, auroient dû en même-temps conſidérer, que ſi les ſurfaces ſupérieures des corps ſont pouſſées vers le fond par la peſanteur du Fluide, les parties inférieures le ſont davantage vers le haut, & que par conſéquent, en faiſant abſtraction de la peſanteur du corps ſolide, il doit continuellement monter; mais en conſidérant cette peſanteur, nous

allons examiner ce qui en arrivera. Puisque tous les corps tendent à descendre par la force de leur pesanteur, & à monter par le poids d'un égal volume du Fluide dans lequel ils sont plongés : si le poids du solide est plus grand que celui d'un pareil volume du Fluide, ce corps doit descendre avec une force égale à la différence entre ces deux poids, & monter avec une force égale à une pareille différence, s'il est moins pesant qu'un pareil volume du Fluide dans lequel il est plongé.

Ainsi donc, les corps montent ou descendent suivant qu'ils sont spécifiquement plus pesants ou plus legers, que les Fluides dans lesquels on les enfonce.

Voici encore une autre maniere de démontrer la même vérité. En quelque endroit du Fluide qu'on suppose le corps plongé : imaginons qu'il passe par sa surface inférieure un Plan paralléle à l'horison : or il a été prouvé que ce Fluide ne peut arranger ses parties, ni qu'elles ne peuvent rester en repos, à moins que

chaque égale portion du Plan horisontal n'en soit également pressée ; si donc le corps pese autant qu'un égal volume du Fluide dont il occupe la Place, la partie du Plan imaginaire qui est directement au-dessous, sera autant pressée par le Fluide & le corps tout ensemble, que le sera toute autre égale partie du même Plan, par le Fluide qui est au-dessus d'elle. On ne peut donc point assigner ici de raison, pourquoi le corps se détermineroit à monter ou à descendre ; d'où l'on voit qu'il doit rester dans l'endroit où on l'aura mis ; si le corps est plus pesant qu'un pareil volume du même Fluide, la partie du Plan imaginaire qui est au-dessous sera plus pressée qu'une semblable, par l'excès de la pesanteur du corps sur celle d'un pareil volume de Fluide ; cette partie doit donc ceder, & le corps doit descendre avec une force égale à cet excès. En raisonnant de la même maniere, on peut appercevoir que si le corps est plus leger qu'un pareil volume du Fluide, il sera soulevé par la partie du Plan

qui eſt deſſous lui, avec une force égale à la différence entre ſa peſanteur & celle d'un pareil volume du Fluide; & qu'il doit continuer à monter, juſqu'à ce que la partie du Plan imaginaire, (qu'on conçoit ſe mouvoir avec lui & toucher continuellement ſa ſurface inférieure,) ſoit autant preſſée par-deſſus que par-deſſous; c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que le corps ſoit aſſez élevé au-deſſus de la ſurface du Fluide, pour que le poids du volume de ce Fluide, dont la partie qui reſte plongée occupe la place, ſoit égal à celui de tout le corps. Ainſi donc, la partie plongée ſera au tout, comme la peſanteur ſpécifique du ſolide, eſt à la peſanteur ſpecifique du Fluide (*a*).

(*a*) L'Auteur confirmoit ſes démonſtrations par les Expériences ſuivantes.

Pour découvrir avec quelle force un corps deſcend dans un Fluide, il ſe ſervoit d'une petite bouteille bouchée par le haut, dans laquelle il avoit auparavant introduit aſſez de menu plomb pour la faire aller à fond, & qu'on pouvoit ſuſpendre par le moyen d'un crin, au fleau d'une balance. Pour trouver le poids d'un volume d'eau égal à celui de la bouteille conſiderée comme ſolide, il la faiſoit d'abord entrer dans un verre fort étroit, & verſoit pardeſſus aſſez d'eau, pour ne faire que la couvrir: enſuite il la retiroit, & peſoit le verre & l'eau qu'il contenoit. L'ayant placé ſur une table horiſontale, & y ayant remis la bouteille, il coloit

Si on met dans un vaisseau deux Fluides de différente pesanteur, & incapables de se mêler l'un avec l'autre; qu'on y enfonce un solide d'une pesanteur moyenne, entre celle de ces deux Fluides: il ne pourra jamais rester entiérement plongé dans un des deux, & ne cessera de s'y mouvoir jusqu'à ce qu'il soit partie dans l'un, partie dans l'autre, ensorte que le poids du volume des deux Fluides dont il occupe la place, soit égal au sien.

un morceau de papier vis-à-vis l'endroit du verre où se terminoit la surface de l'eau, ensorte que le bord du papier parut précisément dans le même Plan, & se confondre avec la surface de l'eau. Alors retirant la bouteille, il versoit de l'eau dans le verre jusqu'à ce que sa surface fût aussi élevée que le bord du papier, comme on vient de dire; le volume de cette eau étoit donc égal à celui de la bouteille: il trouvoit son poids en repesant le verre, & en mettant un second poids capable de faire équilibre avec cette eau ajoûtée. Enfin plongeant la bouteille dans l'eau par le moyen d'un crin attaché au fleau de la balance, & tirant de l'autre bassin le poids du volume d'eau égal à celui de la bouteille, & n'y laissant que l'excès du poids de la bouteille pardessus celui de cet égal volume d'eau, la balance demeuroit en équilibre; ce poids étoit donc la juste mesure de la force avec laquelle la bouteille s'enfonçoit.

La force avec laquelle s'éleve une bulle de verre mince, ou quelque autre corps plus leger que l'eau, peut se déterminer par le moyen d'une balance renversée mise au fond d'une cuvette, (comme la Figure 16. représente) car ayant trouvé le poids du volume d'eau égal à celui de cette bulle de verre, (en la plongeant entiérement dans l'eau

Si on vouloit sçavoir dans quelle proportion seroient les parties plongées dans chacun de ces Fluides, c'est-àdire, dans quelle raison leur commune surface diviseroit le solide; on trouveroit, que la partie contenuë dans le Fluide plus pesant, seroit à la partie contenuë dans le plus leger, comme la différence en poids entre le solide & un égal volume du plus leger, est à la différence aussi en poids entre le solide & un égal volume du plus pesant : ou bien que la partie plongée dans le plus pesant, seroit au tout, comme la différence en poids du solide &

dans un verre étroit, comme on a fait tout-à-l'heure) aussi bien que l'excès du poids de ce volume d'eau pardessus celui de la bulle; si l'on attache cette bulle par un crin au bras de la balance renversée, & qu'on joigne l'autre bras à celui d'une balance ordinaire, par le moyen d'un semblable crin : qu'on mette ensuite dans le bassin de cette seconde balance l'excès du poids qu'on vient de trouver, il y aura équilibre, & cet excès sera la force avec laquelle la bulle tend à s'élever au-dessus de la surface de l'eau.

Pour prouver qu'une quantité de Fluide égale en volume à la partie plongée d'un solide qui flotte, pese précisément autant que le solide tout entier, il faut peser un grand verre presque plein d'eau, & faisant ensuite nager dedans un Gobelet plus petit, on marquera à l'extérieur du grand vase, l'endroit où la surface de l'eau se sera élevée; retirant ensuite le petit verre, & remettant de l'eau dans le grand vase jusqu'à ce que sa surface soit vis-à-vis la marque, on repesera le tout; alors le petit verre ajoûté dans l'autre bassin aux poids qui y étoient déja, rétablira l'équilibre.

d'un égal volume du Fluide plus leger, eſt à une pareille différence entre des volumes égaux des deux Fluides (*a*).

D'où on peut corriger (ſi l'on veut une exactitude ſcrupuleuſe) la petite erreur qui ſe trouve dans la regle d'*Archimedes*, qui dit, que *la partie plongée d'un corps ſolide eſt toujours au tout, comme la gravité ſpécifique du ſolide eſt à celle du Fluide.* Car puiſque l'air eſt un Fluide peſant, quoiqu'il le ſoit moins qu'aucun autre, néanmoins en s'appuyant ſur la partie ſupérieure du ſolide, il le fait enfoncer un peu plus profondément, que s'il n'y avoit pas d'air, comme la regle d'*Ar-*

(*a*) DEMONSTRATION. Soient A & B les parties du ſolide $A+B$ contenuës dans chacun des deux Fluides (Fig. 27.) ſoient auſſi les peſanteurs ſpécifiques de ces deux Fluides, comme a & b; donc puiſque la gravité abſoluë ou le poids de chaque corps, eſt composée de ſa grandeur & de ſa gravité ſpécifique, le poids de la quantité du Fluide plus peſant de même volume que la partie A, ſera aA, & celui de la quantité du Fluide plus leger du même volume que la partie B, ſera bB, dont la ſomme eſt $aA + bB = c \times \overline{A+B}$, ſuppoſant que c eſt la gravité ſpécifique du ſolide $A+B$; d'où on tire $aA - cA = cB - bB$, & par conſéquent $A : B :: c - b : a - c$, & en ajoûtant, $A : A+B :: c - b : a - b$.

chimedes le suppose. Tenant donc compte de cette pression de l'air, nous pouvons ainsi rectifier la proportion d'*Archimedes*, en disant, la partie plongée est au tout comme la différence en poids entre le solide, & un égal volume d'air est à la différence aussi en poids entre un égal volume du Fluide, & ce même volume d'air. En comparant ces deux regles ensemble, on trouve que la différence ne vaut pas la peine de s'y arrêter ; nous pouvons donc nous servir de l'ancienne, avec sûreté & sans aucun scrupule.

Il résulte de tout ce que je viens de dire, que si un corps solide est plongé dans un Fluide spécifiquement plus leger, il s'enfoncera jusqu'à ce qu'il arrive au fond, & que la force avec laquelle il descendra, sera égale à la différence entre son poids & celui d'un pareil volume de ce Fluide; si ce Corps est spécifiquement plus leger que le Fluide, il s'élevera constamment, jusqu'à ce que sa surface supérieure soit assez au-dessus de celle de l'eau, pour que son poids absolu

ſoit égal à celui du volume d'eau, dont la partie plongée occupe la place : & la force avec laquelle il s'élevera, ſera égale à la difference en poids entre le ſolide & ſon égal volume de Fluide.

Si un Corps eſt plongé dans deux Fluides contigus & de différentes peſanteurs, enſorte que celle de ce Corps ſoit moyenne entre celle des deux Fluides, il ſera porté vers leur commune ſurface, & reſtera dans une poſition telle que les parties des deux Fluides dont il occupe la place, peſeront autant que tout le ſolide. Enfin, ſi un Corps eſt auſſi peſant que le Fluide dans lequel on le plonge, il reſtera dans l'endroit où on l'aura mis d'abord.

On voit ici clairement, la raiſon pourquoi on tire avec tant de facilité un ſeau d'eau dans un puits, & qu'on ne s'apperçoit de ſon poids que quand il eſt arrivé à la ſurface de l'eau. Par la même raiſon un ſeau plein de cire, qui eſt preſque auſſi peſante, ne ſeroit pas plus difficile à tirer, tant qu'il ſeroit ſous l'eau : or on ne

peut pas dire ici que la cire soit dans son propre élément, & par conséquent qu'elle ne peut pas peser.

Les Corps conservent à la vérité toute leur pesanteur quand ils sont plongés dans un Fluide, mais l'effet de cette pesanteur est détruit par la pression du Fluide, quelquefois en partie, & quelquefois entiérement, suivant que leur pesanteur est plus grande, égale, ou moindre, que celle d'un pareil volume de Fluide, qui est la mesure de la force qui s'oppose à leur descente.

On peut dire que la gravité des Corps plongés dans les Fluides, est de deux espéces; l'une véritable & absoluë, l'autre relative & apparente seulement. La gravité *absoluë* est toute la force avec laquelle un Corps tend au centre de la terre; la *relative* est seulement l'excès de gravité, par lequel un Corps a plus de tendence vers ce centre, que le Fluide qui l'environne. Les parties des Fluides & de tous les autres Corps pesent *en elles-mêmes*, si l'on entend la gravité dans le

premier sens : mais dans le dernier, les Fluides ne pesent point *en eux-mêmes*, c'est-à-dire, qu'étant comparés ensemble, aucune partie ne l'emporte sur les autres : car détruisant mutuellement leurs efforts, elles restent en la même place comme si elles étoient sans pesanteur : ainsi les Corps qui descendent ou montent dans l'eau par leur gravité, plus grande ou moindre que celle d'un égal volume d'eau, peuvent être censés avoir de la pesanteur ou de la legereté, & cette pesanteur ou legereté relative, est précisément l'excès ou le supplément, dont leur véritable pesanteur surpasse, ou est surpassée par celle de l'eau. Mais si la pesanteur de ces Corps n'excede pas celle de l'eau pour les faire descendre au fond, & qu'en même-temps celle de l'eau ne soit pas capable de les élever au-dessus de sa surface, on aura beau augmenter leur pesanteur réelle ou absoluë, ils paroîtront toujours ne pas peser dans l'eau.

Nous pouvons encore ici résoudre une

difficulté qu'on fait quelquefois contre la pesanteur des Fluides *en eux-mêmes*: si les Fluides, a-t'on dit, pesent dans leur *lieu naturel* un Corps plongé à différentes profondeurs, doit être d'autant plus pesant, qu'il est pressé par de plus grandes colomnes du même Fluide, ce qu'on ne voit pas arriver dans l'Expérience. Nous pouvons répondre qu'il y a, & doit y avoir par-tout le même poids relatif, quoi qu'à différentes profondeurs le Corps soit pressé par des colomnes de Fluides de différentes hauteurs; car son poids absolu doit être par-tout le même, & le poids relatif est l'excès du poids absolu, par-dessus celui d'un égal volume d'eau; donc si le poids de cet égal volume d'eau est toujours le même à toute sorte de profondeur, (comme il l'est certainement, dans les Fluides qui ne sont pas compressibles) cet excès, & par conséquent le poids relatif, sera aussi par-tout le même.

Si le Fluide est compressible comme l'air, & que la partie inférieure soit condensée

condensée par le poids de celle qui est au-dessus ; c'est une différence ; car alors le poids relatif d'un corps exposé à l'air dans le fond d'une vallée, sera moindre qu'au haut d'une montagne, puisqu'un égal volume d'air pese plus au fond de la vallée qu'au haut de la montagne, & par conséquent approche plus, du poids absolu du Corps solide dans le premier cas, que dans le dernier. Par la même raison, si on pese un Corps dans l'eau douce & dans l'eau salée, son poids sera moindre dans celle-ci, parce que la différence entre le poids absolu, & celui d'un égal volume d'eau de Mer, est moindre que celle qui est entre le même poids absolu, & celui d'un égal volume d'eau douce ; car l'eau de Mer pese $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ plus que l'eau douce.

Suivant la même explication, si on met en équilibre deux Corps de différentes gravités spécifiques, & par conséquent de différentes grandeurs, du plomb par exemple, & du cuivre, il faudra pour que l'équilibre se conserve, que le

volume de cuivre soit plus grand que celui du plomb ; mettant donc deux morceaux de ces métaux en équilibre, dans les bassins d'une balance, si l'on plonge la balance dans l'eau, il s'en faudra bien que l'équilibre subsiste, & le plomb l'emportera de beaucoup ; car chacun perdant de son poids autant que pese le volume d'eau qui lui répond, le cuivre perdra beaucoup plus que le plomb, puisque le volume d'eau qui répond au cuivre, est plus grand que celui qui répond au plomb. De même, si on met en équilibre deux Corps de différentes gravité spécifique quand l'air est très-leger, ils n'y seront plus quand l'air sera devenu plus pesant. C'est sur cette vérité qu'est fondé le Baroscope statique donné par M. *Boyle* dans les Transactions Philosophiques.

Les Physiciens du dernier siécle ont beaucoup admiré les Phœnomenes des bulles de verre, & des petites figures d'émail qui montent & descendent, de différentes manieres, dans un tuyau plein d'eau ; tout le secret consiste à presser

plus ou moins la vessie qui est liée au goulot du vaisseau (Fig. 28.) ou à procurer par le chaud & le froid, quelque altération dans le volume de ces petits solides : par cette altération ils deviennent tantôt plus pesants, & tantôt plus legers spécifiquement, que le volume du Fluide dont ils occupent la place ; d'où s'ensuit par tout ce que nous venons de dire, qu'ils doivent quelquefois monter & quelquefois descendre avec une variété assez singuliere. Ces petites bulles sont composées de trois différentes matieres, sçavoir, de vetre, qui est spécifiquement plus pesant que l'eau, d'air qui est plus leger, & d'eau qui l'est autant. Quand le composé de ces trois différentes substances est plus leger qu'un pareil volume d'eau, il surnage : mais s'il devient plus pesant que ce même volume d'eau, il coulera nécessairement à fond. Maintenant, quand la surface de l'eau dans laquelle on a mis ces bulles vient à être comprimée, par le moyen d'un poids ou autrement, com-

me le verre eſt un corps qui réſiſte, & que l'eau eſt incompreſſible, l'air enfermé dans cette bulle ſouffrira tout l'effort; parce qu'il eſt Elaſtique & capable de compreſſion; il ſera donc obligé de ſe retirer, & occupant moins d'eſpace qu'il ne faiſoit auparavant, l'eau qui lui eſt contiguë entrera par le col de la bulle, & occupera la place qu'il vient d'abandonner; mais comme elle eſt environ 850 fois plus peſante que l'air, la bulle deviendra par cette addition, ſpécifiquement plus peſante que l'eau qui l'environne, & par conſéquent deſcendra.

Si on ceſſe de preſſer ſur la ſurface de l'eau, l'air enfermé dans la bulle repouſſant par ſon élaſticité, l'eau qui l'avoit forcée, & la ſomme des Corps qui compoſent alors la bulle, devenant plus legere qu'un pareil volume d'eau, elle doit s'élever & ſurnager. La dilatation & la contraction de l'air enfermé, eſt donc la cauſe de ces changements; quand cette dilatation & cette contraction ſera occaſionnée par quelque autre moyen que la compreſſion

comme par les variations du chaud & du froid, l'effet ſera toujours le même. En voila aſſez, je crois ſur les bulles de verre, figure d'émail, &c.

J'ai promis au commencement de ce diſcours, de donner l'eſſentiel des propoſitions dont s'eſt ſervi *Archimedes*, pour déterminer quelle ſituation doit affecter un Corps flottant, voici à quoi cela ſe réduit. *Tout Corps flottant affecte une ſituation telle, que le centre de gravité de la partie plongée, ſoit perpendiculairement au-deſſous du centre de celle qui ne l'eſt pas; le Corps ne s'arrêtera jamais, & ne ceſſera de balancer dans tout autre poſition.* Car ſi on imagine le Corps flottant coupé en deux par la ſurface du Fluide, on verra aiſément que la partie plongée tendra à monter, & l'autre à deſcendre, chacune avec une force égale; or la partie plongée tend à monter par une perpendiculaire tirée de ſon centre de gravité, à la ſurface de l'eau, & la partie extérieure tend à deſcendre par une ſemblable perpendiculaire: donc à moins que ces deux perpen-

diculaires ne se confondent, ou ce qui est la même chose, à moins que le centre de la partie plongée, ne soit directement au-dessous du centre de la partie extérieure, il n'y aura point d'obstacle à ces deux efforts, & le mouvement doit se perpétuer; par la même raison il continuera jusqu'à ce que le Corps ait acquis cette situation, & alors les effets étant égaux & les directions contraires, ces mouvements se détruiront mutuellement; d'où naîtra l'équilibre.

CINQUIE'ME LEÇON.

Explication de la balance Hydrostatique; maniere de s'en servir pour trouver la gravité spécifique de toute sorte de matieres.

PUISQUE les Corps montent ou descendent dans un Fluide, avec une force égale à la différence entre leur poids & celui d'un égal volume de ce Fluide: nous avons à présent un moyen sûr & facile de connoître la gravité spéci-

fique de tous les Corps généralement, tant ſolides que Fluides, & d'en déterminer exactement le rapport.

On dit qu'un Corps eſt ſpécifiquement plus peſant ou plus leger qu'un autre, quand étant tous deux d'égale grandeur, le poids de l'un excéde, ou eſt excédé par celui de l'autre; ainſi la gravité ſpécifique du vif-argent, eſt environ 14 fois plus grande que celle de l'eau : parce que ſi nous prenons un égal volume de chacun, une pinte par exemple, la pinte de vif-argent peſera 14 fois autant que cette même meſure d'eau.

On a propoſé pluſieurs méthodes, & on en peut tous les jours inventer de nouvelles, pour connoître dans quelle raiſon les Corps différent en gravité ſpécifique : cependant on a toujours préferé juſqu'ici la balance Hydroſtatique, à cauſe de ſon exactitude & ſa commodité. Il y a toute apparence qu'*Archimedes* eſt le premier qui ait entrepris cet Ouvrage avec quelque ſuccès, lorſqu'il s'agiſſoit de découvrir la friponnerie de

l'Orfèvre, qui avoit allié la Couronne du Roi *Hiéron* : & quoique le moyen dont il s'est servi, soit certainement bien inférieur à celui que nous proposons, (comme on en peut juger par ce qu'en dit *Vitruve*) néanmoins il fut si charmé d'en être venu à bout, que ne se contenant pas de joie, il sauta du bain comme un fou, & se mit à courir tout nud par les ruës de Syracuse, en criant de toutes ses forces ευρηχα, c'est-à-dire, *je le tiens.*

Je ne m'amuserai point à vous rapporter toutes les différentes méthodes qu'on a imaginées, pour déterminer les gravités spécifiques ; j'aime mieux aller droit à mon but, qui est de vous faire voir quels fruits nous pouvons tirer des vérités d'Hydrostatique, & quel rapport elles ont avec ce dont il s'agit à présent.

Premierement donc, si on propose de découvrir dans quelle proportion sont les gravités spécifiques d'un solide & d'un Fluide, & que le solide soit le plus pesant & aille au fond, on le pesera d'a-

bord dans l'air, & ensuite dans le Fluide. Or suivant ce qui a déja été prouvé, sa pesanteur dans le Fluide sera diminuée de ce qu'elle étoit dans l'air, précisément du poids d'un égal volume du Fluide : mais la gravité spécifique de celui-ci est à celle du solide, comme le poids absolu d'un égal volume de Fluide est au poids absolu du Corps solide; donc la gravité spécifique du Fluide est à celle du solide, comme la différence en poids, du solide pesé dans l'air & dans l'eau, est au poids absolu du même solide pesé dans l'air. Si le Fluide est l'eau commune, & si sa gravité spécifique est exprimée par l'unité, (comme on la suppose ordinairement pour plus grande commodité,) on trouvera le nombre qui exprime la gravité spécifique du solide, en divisant son poids dans l'air, par la différence de sa pesanteur dans l'air & dans l'eau.

Un exemple nous éclaircira ceci. Supposé qu'un morceau de cuivre pese 45 grains dans l'air, & 40 seulement dans

l'eau, la différence 5, eſt donc le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre; par conſéquent la peſanteur ſpécifique de l'eau eſt à celle de cuivre, comme 5 à 45. Si au lieu d'exprimer la gravité ſpécifique de l'eau par 5, on l'exprimoit par l'unité, pour trouver celle du cuivre, il faudroit diviſer 45, ſon poids abſolu dans l'air, par 5, différence de 45 à 40, c'eſt-à-dire de ſon poids dans l'air & du même dans l'eau, & le quotient 9, détermineroit la gravité ſpécifique du cuivre, par rapport à celle de l'eau exprimée par l'unité : car 5 eſt à 45, comme 1 eſt à 9.

Si le Corps dont on veut déterminer la gravité ſpécifique eſt plus leger que le Fluide, comme il ne ſçauroit aller à fond, mais qu'au contraire, il eſt continuellement élevé à la ſurface; on peut découvrir par la balance compoſée, ſa legereté relative, ce qui eſt la même choſe que la force avec laquelle il tend à monter.

On a démontré hier par une Expé-

rience faite avec la balance composée, que la force avec laquelle un Corps tend à monter, est égale à la différence en poids, entre ce Corps & un égal volume du Fluide qui l'environne; donc le poids de cet égal volume de Fluide, est la somme de deux autres, dont l'un est le poids absolu du Corps dans l'air, & l'autre est égal à la force avec laquelle il tend à monter; or si l'on met celui-ci dans l'autre bassin de la balance composée, il tiendra le Corps en équilibre dans le Fluide; d'où il suit que la gravité spécifique d'un Fluide est à celle d'un solide plus leger, comme la somme des deux poids dont je viens de parler, est à la gravité absoluë du solide. Si le Fluide est de l'eau commune, & sa gravité spécifique exprimée par l'unité, il faudra diviser le poids absolu du solide, par la somme des poids dont je viens de parler, & le quotient de cette division sera la gravité spécifique du Corps qu'on cherchoit.

Soit, par exemple, un morceau d'Or-

me sec qui pese 36 grains dans l'air: comme ce bois est spécifiquement plus leger que l'eau, il faudra pour le faire plonger tout-à-fait, ajoûter quelque poids dans le bassin opposé de la balance supérieure : supposons ce poids de 24 grains, il est clair ; ces 24 grains sont la différence entre le poids du morceau d'Orme, & celui de son pareil volume d'eau : ajoûtant donc cette différence au moindre poids, sçavoir à celui de l'Orme qui est de 36 grains, la somme 60 grains sera le poids du pareil volume d'eau ; donc la gravité spécifique de l'eau, est à celle de l'Orme, comme 60 à 36. Or si au lieu de 60 qui exprime la gravité spécifique de l'eau on supposoit l'unité, il faudroit diviser 36, poids absolu de l'Orme, dans l'air, par 60, somme des deux poids, & le quotient 0,6 exprimeroit la gravité spécifique du morceau d'Orme, celle de l'eau étant exprimée par l'unité.

Je ne sçai si on a jamais beaucoup pratiqué cette méthode, d'examiner les pesanteurs des Corps solides plus legers

que les Fluides, aux quels on les compare ; il me paroît qu'on doit trouver beaucoup de difficultés dans l'exécution, à moins qu'on ne fasse l'Expérience avec un instrument très-parfait ; quoi qu'il en soit, il est certain que le calcul en est bien plus aisé que par la méthode suivante.

Il faut joindre au solide, plus leger que le Fluide auquel on le veut comparer, quelqu'autre Corps d'une pesanteur spécifique telle, que le composé des deux aille au fond : pesant ensuite séparément dans l'air, le Corps le plus lourd, & le composé des deux, & faisant la même chose dans l'eau ; voici comme on fera le calcul. Otez le poids du Corps le plus lourd, pesé seul dans le Fluide, de celui de ce même Corps pesé seul dans l'air, le reste sera le poids du volume de Fluide égal à ce Corps : de plus, ôtez le poids du composé, pesé dans le Fluide, du poids de ce même composé dans l'air, le reste sera la pesanteur du volume de Fluide égal au composé ; enfin ôtez le premier reste du second, la différence

ſera le poids du volume de Fluide égal au Corps le plus leger : or le poids de ce dernier volume de Fluide, ſera au poids abſolu du ſolide leger, comme la gravité ſpécifique du Fluide eſt à celle du ſolide ; & ſi on diviſe le nombre qui exprime la gravité du ſolide leger, par celui qui exprime celle du Fluide, le quotient exprimera la gravité ſpécifique du Corps leger, l'unité exprimant celle du Fluide.

Ainſi, ſi le morceau d'Orme peſe 15 grains dans l'air, & qu'on lui ait attaché pour le faire couler à fond, un morceau de cuivre qui peſe 18 grains dans l'air, & 16 dans l'eau ; le compoſé peſera donc 33 grains dans l'air : ſuppoſons que tout ne peſe plus que 6 grains dans l'eau ; ſi nous ôtons 16, ſçavoir le poids du cuivre dans l'eau, de 18, poids du même dans l'air, nous aurons 2 pour premiere différence ; ſçavoir pour le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre : pareillement ôtant 6, le poids du compoſé dans l'eau, de 33 poids du même com-

posé dans l'air, cette seconde différence 27, sera le poids du volume d'eau égal au composé : ôtant donc la premiere différence 2, de la seconde 27, sçavoir le poids du volume d'eau, égal au morceau de cuivre, de celui du volume d'eau égal au composé ; la différence 25 sera le poids du volume d'eau égal au morceau d'Orme, dont le poids absolu étoit 15 grains dans l'air ; donc la gravité spécifique de l'eau, est à celle de l'Orme, comme 25 à 15 ; or 25. 15 :: 1. 0,6 comme on le peut trouver par la regle de trois ; donc si l'on prend l'unité pour exprimer la gravité spécifique de l'eau comme dans cette proportion, en divisant le second terme par le premier, le quatriéme ou le quotient, exprimera la gravité spécifique de l'Orme.

Ayant à ce que je crois, suffisamment expliqué la méthode de comparer les solides avec les Fluides, pour en déterminer les gravités spécifiques ; je vais donner à présent la maniere de comparer ensemble toute sorte de solides, com-

me aussi toute sorte de Fluides : on compare les solides entr'eux, par l'intermede d'un Fluide, & la comparaison des Fluides se fait par le moyen d'un Corps solide. On peut cependant quelquefois peser un Fluide, de la même maniere qu'un solide, sçavoir, en le tenant dans un Gobelet de verre, & le plongeant dans un autre Fluide, pourvû qu'il ne s'y mêle pas aisément ; c'est ainsi, par exemple, qu'on peut commodément comparer le vif-argent avec de l'eau (*a*).

Supposé qu'on demande quel est le rapport de la gravité spécifique du cuivre & de l'Orme : comme ces deux solides ne sçauroient immédiatement se comparer par aucun moyen Hydrostatique ; nous les comparons chacun avec l'eau,

(*a*) La Fig. 29. représente la balance Hydrostatique, dont on se sert pour comparer les gravités spécifiques : on pese les Corps dans l'air, & ensuite dans l'eau ; on les met quelquefois dans le petit seau de verre *a*, pour les peser dans l'eau, & alors on ne doit pas oublier de couler le Plateau *b*, sur le petit Plateau quarré *c*, afin que le poids de ce Plateau, qui est égal à celui du volume d'eau, dont le seau occupe la place, puisse rétablir l'équilibre. On détermine les gravités spécifiques des Fluides par le moyen de la boule de verre *d*, comme il sera expliqué dans la suite de la Leçon.

& ensuite nous trouvons que la gravité spécifique du cuivre est à celle de l'Orme, en raison composée de celle du cuivre & de l'Orme à celle de l'eau. Si le cuivre, par exemple, est à l'eau, comme 9 à 1, & l'eau à l'Orme, comme 1 à 0,6, le cuivre sera à l'Orme, comme 9 à 0,6 :: 90. 6 :: 15. 1.

Supposé encore qu'on veuille connoître la qualité d'une huile de vitriol achetée dans une boutique, & qu'on soupçonne n'être pas bien rectifiée; qu'on veuille sçavoir si sa gravité spécifique est à celle de l'eau, comme 17 à 10, ainsi qu'elle doit être quand elle est bien concentrée; si on trouve en la comparant avec la boule de verre, par la méthode que nous avons enseignée, que sa gravité est à celle du verre, comme 7 à 15, & celle de la même boule à celle de l'eau, comme 3 à 1; en composant les raisons de 7 à 15, & de 3 à 1, on verra que la gravité de notre huile est à celle de l'eau, comme 7 à 5 :: 14 à 10. au lieu qu'elle devroit être, comme 17 à 10.

Cette méthode de comparer les Fluides est générale, & peut se pratiquer avec toute sorte de balance; la nôtre a cela seulement de particulier, qu'elle abrege un peu l'opération; je vais vous enseigner comme on s'en sert pour calculer. Vous vous souvenez bien que la boule de verre étoit plus pesante qu'un pareil volume d'eau, puisqu'elle alloit à fond : de plus, on à trouvé le rapport de son poids, à celui d'un égal volume d'eau, comme 18 $\frac{1}{3}$ à 10; or la meilleure huile de vitriol, qui de toutes les liqueurs, hormis le vif-argent, est la plus pesante, est à l'eau comme 17 à 10. Donc cette boule de verre peut servir pour examiner toutes les liqueurs moins pesantes que l'huile de vitriol. * L'Excès du poids de la boule pardessus celui d'un égal volume d'eau, étoit contrebalancé par un

* L'Auteur emploie une boule de verre, parce que cette matiere étant moins dilatable par la chaleur, conserve mieux son volume que tout autre Corps; cependant comme cette augmentation de volume est quelquefois assez sensible, on n'aura rien à craindre de cet inconvénient, si on se sert de la petite bouteille de verre très-mince, & presque pleine de vif-argent. *Fig. x Pl. 3.*

poids qu'on avoit ajoûté dans l'autre bassin de la balance, ce qui la faisoit demeurer en équilibre au milieu de l'eau; or concevons à présent cette boule ainsi en équilibre, comme si elle étoit réellement une quantité d'eau congelée dans la même forme; si à la place de l'eau qui environne cette partie congelée, nous substituons quelqu'autre liqueur de différente pesanteur, l'équilibre ne doit plus subsister : il faudra donc mettre des poids dans celui des bassins de la balance qui sera le plus foible, pour le rétablir.

Ces poids qu'il aura fallu ajouter dans la balance, seront la différence en gravité de deux quantités, l'une d'eau, l'autre, de la liqueur qu'on a voulu examiner, dont le volume est égal à celui de la boule de verre. Le poids de ce volume d'eau, dont la boule occupe la place, a été trouvé de 803 grains; si donc nous ajoutons à ce nombre, celui des grains qu'il aura fallu ajouter dans le bassin auquel la boule est attachée, ou si nous ôtons

de 803 grains, le nombre de ceux qu'il aura fallu mettre dans le baſſin oppoſé, le reſte ſera le poids du volume de Fluide égal à celui de la boule, & la gravité ſpécifique de l'eau ſera pour lors à la gravité ſpécifique de ce Fluide, comme 803 eſt à ce reſte. Enfin, ſi on diviſe ce même reſte par 803, le quotient exprimera la gravité ſpécifique du Fluide, l'unité exprimant celle de l'eau.

Pour rendre ceci ſenſible par un exemple, ſuppoſons qu'on veuille ſçavoir la gravité du Lait; plongeant dans cette liqueur, la boule telle qu'elle eſt attachée à la balance, nous trouvons, par exemple, qu'il faut mettre 28 grains dans le baſſin auquel elle eſt ſuſpenduë, pour rétablir l'équilibre: ajoutant donc 28 grains à 803, la ſomme ſera 831, & partant la gravité ſpécifique de l'eau ſera à celle du Lait, comme 831 à 803; on peut ainſi comparer toute ſorte de Corps de quelque eſpece qu'ils puiſſent être. Je pourrois ajouter d'autres méthodes Hydroſtatiques pour parvenir au même but,

mais celle que je viens de donner suffit, & paroît sans contredit la meilleure.

Cependant je ne sçaurois me dispenser de parler d'un autre moyen d'examiner les gravités des Fluides, qui est d'un grand usage dans bien des occasions; il est fondé sur ce que, si on fait flotter successivement un même Corps, dans plusieurs Fluides de différentes pesanteurs, la pesanteur spécifique du plus leger, sera à celle du plus pesant, comme la partie du Corps enfoncée dans le plus pesant, est à la partie enfoncée dans le plus leger; car puisque les volumes de chacun de ces Fluides, qui répondent respectivement aux parties plongées du solide, ont, quoiqu'ils soient inégaux, le même poids absolu que tout le solide; ces mêmes volumes auront aussi un égal poids absolu, par conséquent leurs gravités spécifiques seront réciproquement comme leurs grandeurs, ou ce qui est la même chose, réciproquement comme les parties plongées du solide.

Si donc on peut avoir un Corps régu-

lier, dont on puisse exactement mesurer les parties plongées, cette méthode sera assez expéditive ; ainsi on estimera fort promptement la gravité d'un Fluide par une échelle de parties, prises en progression Arithmétique, appliquée au côté du Cylindre, ou mieux encore par une autre échelle divisée Harmoniquement par quelque moyen, qu'il seroit trop long de décrire ; car si on vouloit faire exprès un Cylindre parfait, & par-tout également pesant, on y trouveroit beaucoup plus de difficulté qu'on ne s'imagine. Cependant dans quelques occasions, cette méthode peut-être d'un excellent usage : Par exemple, ce moyen nous fait connoître si une liqueur est naturelle, de bonne qualité, & si elle a la pesanteur qu'elle doit avoir (c'est ce dont les Chymistes ont souvent besoin) on se sert pour cela d'une boule de verre vuide, qui porte une petite rige, ou tuyau disposé de maniere, que quand la boule est plongée dans quelque liqueur, cette rige reste droite au-dessus sa surface. On plon-

gé cet instrument dans d'autres liqueurs, qu'on sçait, par d'autres moyens, être très-bonnes dans leurs especes, & on fait des marques sur la tige, qui font voir les différents degrés d'immersion dans ces différentes liqueurs. Quand on en veut examiner quelqu'une, comme l'huile de Tartre par défaillance, il faut remarquer à quel endroit de la Tige, répond la surface de la liqueur, si elle est plus élevée que la marque qu'on avoit faite pour de bonne huile: on concluë qu'elle n'a pas la gravité qu'elle doit avoir, & par conséquent qu'elle est falsifiée avec de l'eau; mais au contraire, si elle ne s'enfonce pas dans l'esprit de vin jusqu'à sa marque, on concluë que l'esprit de vin est trop pesant, & par conséquent qu'il n'est pas assez rectifié.

Le même instrument en changeant ce qui convient, peut servir à examiner si les solides, ont une pesanteur conforme à celle de l'Etalon de leur espece. On peut voir la description de cet instrument publiée par M. *Boyle*, dans

les Transactions Philosophiques. (*a*)

Malgré tout ce que je viens de dire sur ce sujet, il peut encore se rencontrer quelques difficultés : il peut arriver, par exemple, que le Corps qu'on veut examiner, consiste en de petits fragments, qu'il soit réduit en poudre, ou sujet à s'imbiber de l'eau dans laquelle on le pese, ou enfin qu'il soit dissoluble dans l'eau ; s'il est composé de petits morceaux, ou s'il est en poudre, il faut se servir d'un petit seau de verre, ce qu'on n'est pas obligé de faire, quand le Corps qu'on veut peser est entier & d'une grandeur convenable. Dans ce dernier cas, nous pouvons nous servir d'une balance ordinaire, y suspendre le Corps par un crin (qui est de même pesanteur spécifique que l'eau,) & le peser dans l'air & ensuite dans l'eau. Mais quand ce moyen est impratiquable, il faut mettre une quantité raisonnable de petits fragments, ou de poudre dans le petit seau

(*a*) Voyez les Transactions Philosophiques, N.° 384 & 413.

de verre, & en trouver premierement le poids dans l'air, & avant que de le peser dans l'eau, il faut l'en imbiber peu à peu, & parfaitement, afin que l'eau s'insinuant entre les parties de ces poudres, en chasse les petites bulles d'air, qui ne manqueroient pas, si on les laissoit, de produire un inconvénient, sçavoir, d'élever & de soutenir les petits fragments, & autres corpuscules, & par conséquent faire manquer l'Expérience. Si c'est une poudre qu'on veut peser, à moins qu'elle n'ait été auparavant parfaitement imbibée, & dégagée de toutes les parties aëriennes, en un mot, réduite en une espece de bouë, il est à craindre que les parties de cette poudre ne sortent du vaisseau quand il sera sous l'eau, qu'elles ne se dissipent, & par-là ne diminuent d'autant, le véritable poids que la poudre devroit avoir.

Si le Corps qu'on veut peser est capable de s'imbiber trop facilement, on peut le mêler avec de la cire fonduë; en ce cas, il faudroit calculer par la mé-

thode que j'ai donnée ci-devant, pour déterminer la gravité des Corps spécifiquement plus legers que l'eau, ou que les Fluides dans lesquels on les pese, en leur ajoutant un Corps plus pesant; & comme alors nous avons pesé le Corps le plus pesant dans l'air, & ensuite dans l'eau, & de même du composé, aussi faudra-t'il ici peser successivement la cire dans l'air & dans l'eau, & repeser ensuite le composé de la même maniere. Enfin, si le Corps est dissoluble dans l'eau, on peut le peser dans quelque liqueur qui ne le dissolve pas.

M. *Boyle* observe à cette occasion; que tous les Fluides que nous avons sous la main, excepté le vif-argent, sont ou aqueux, ou huileux, & que la plupart des Corps dont nous pouvons faire la dissolution dans des liqueurs de la premiere espece, ne peuvent, (au moins sensiblement) se dissoudre dans celles de la derniere; il présume de-là, qu'il vaut mieux peser les Corps salins, tels que l'alun, le vitriol, le sel gemme,

le borax, le ſublimé & autres, dans des liqueurs huileuſes, & parmi ces liqueurs il préfère pour pluſieurs raiſons l'huile de Terebenthine; or ſi nous adoptons ce choix, quand nous aurons déterminé le rapport de la gravité du Corps ſolide, à celle de cette huile, & trouvé par le moyen que nous avons enſeigné, le rapport de la gravité de cette huile à celle de l'eau; en compoſant ces deux raiſons, nous connoîtrons la gravité ſpécifique du ſolide, par rapport à celle de l'eau.

Ceux qui font ces ſortes de recherches, comparent aujourd'hui tous les Corps avec l'eau commune dont ils expriment la gravité ſpécifique par l'unité. On peut objecter qu'il n'eſt pas poſſible de déterminer le rapport de la gravité d'un ſolide, à celle de l'eau en général, mais ſeulement à l'eſpece d'eau dont on s'eſt ſervi, parce qu'il peut y avoir une grande différence entre toutes les liqueurs qu'on appelle *Eau commune*. M. *Boyle* nous a ménagé une ré-

ponſe à cette Objection, que je vais vous rapporter dans ſes propres termes.

„ Ayant eu, dit-il, pluſieurs fois l'oc-
„ caſion auſſi-bien que la curioſité d'exa-
„ miner le poids des différentes eaux, &
„ en ayant ramaſſé quelques unes des Païs
„ les plus éloignés les uns des autres.
„ J'ai trouvé la différence de leurs gra-
„ vités beaucoup plus petite, que je ne
„ m'y étois attendu; ſi je m'en ſouviens
„ bien, celle des eaux dont on auroit at-
„ tendu la plus grande différence, étoit
„ ſeulement d'une milliéme partie, &
„ peut-être quelquefois moindre. Fort
„ ſouvent je ne trouvois aucune différen-
„ ce ſenſible entre les eaux de différen-
„ tes eſpeces, comme l'eau de fontaine,
„ l'eau de riviere, l'eau de pluie, l'eau
„ de neige, quoique cette derniere ſoit un
„ peu plus legere que les autres. Et ayant
„ fait venir en Angleterre quelques eaux
„ Etrangeres, entr'autres de l'eau du Gan-
„ ge, que quelques voyageurs aſſurent
„ être d'un cinquiéme plus legere que la
„ nôtre; je l'ai preſque pas trouvée dif-

férente de nos eaux communes. „ *

On pourra encore objecter, que nous prenons le poids que les Corps ont dans l'air, pour leur poids absolu ; au lieu que ce poids absolu, est celui qu'ils auroient dans le vuide.

J'accorde que tous les Corps pesent moins dans l'air que dans le vuide, où se doit prendre leur pesanteur absoluë ; mais si nous considérons que cette diminution du poids absolu, est seulement d'environ la milliéme partie dans beaucoup de Corps, & beaucoup moindre dans les métaux qui sont le genre de Corps le plus pesant, cette Objection s'évanoüit.

Si on veut cependant être plus exact qu'il n'est besoin dans une matiere qui n'exige pas cette grande précision dans bien des cas, on peut ajouter le nombre

* Je crois qu'on ne doit pas trop compter sur cette remarque de M. *Boyle* ; car outre qu'il cite cette Observation de mémoire, M. de Buffon de l'Académie Royale des Sciences, a observé des différences considérables dans les eaux qu'il a eu occasion d'examiner ; peut-être les Expériences de M. *Boyle* n'ont-elles pas été faites le Thermométre à la main, comme il est absolument nécessaire qu'elles le soient.

qui exprime la gravité ſpécifique de l'air, à tous ceux qui compoſent la table des gravités des autres Corps ; par-là on corrigera toute l'erreur qu'on auroit lieu d'appréhender.

Quoique ce moyen d'examiner les gravités des Corps par les voies Hydroſtatiques ſoit préférable à tout autre, il n'eſt pas cependant exempt de toute incertitude, les Corps quoique du même genre & du même nom, n'ont pas toujours préciſément la même peſanteur, ce qui produira quelques petites erreurs : erreurs cependant inévitables dans les Expériences de Phyſique, même faites avec le plus grand ſoin.

Quand on peſe quelque choſe dans l'eau ou dans quelqu'autre liquide, il faut avoir grand ſoin qu'aucune partie de ce qu'on peſe, ne touche le fond ni les côtés du vaſe, qu'il ne s'y attache aucune bulle d'air qui puiſſe l'élever, que la balance ne ſoit point mouillée ; enfin il y a d'autres précautions que l'exercice enſeignera.

SIXIE'ME LEÇON.

Maniere de se servir de la balance Hydrostatique pour déterminer les gravités spécifiques : Différens usages de ces sortes de recherches.

ON peut bien s'attendre, qu'après m'être arrêté si longtemps à expliquer la nature & l'usage de la balance Hydrostatique, je dirai aussi quelque chose des avantages qu'on peut retirer de ces sortes d'Expériences. Pour traiter ce sujet dans toute son étenduë, il nous faudroit plus de temps, que nous n'y en pouvons employer. On peut lire là-dessus des Livres entiers, de *Gethald*, de M. *Boyle* & d'autres, qui ont cependant encore laissé bien des choses appartenantes à cet objet.

Pour peu qu'on sçache de Physique, on sent parfaitement de quelle importance il est de sçavoir comparer les Corps par rapport à leurs grandeurs, densités & quantités de matiere ; or c'est ce qu'on peut faire aisément par le moyen de l'ins-

trument dont nous avons enſeigné l'uſage ; car la denſité de chaque Corps, eſt comme ſa gravité ſpécifique ; & ſa quantité de matiere, eſt comme ſon poids abſolu : donc quelque comparaiſon que nous faſſions des grandeurs, gravités ſpécifiques & poids abſolus, la comparaiſon ſera également bonne pour les grandeurs, denſités & quantités de matiere. D'où notre illuſtre M. *Newton* a conclu que l'eau a 40 fois plus de pores que de parties ſolides, & que les forces des Corps pour rompre & réflechir la lumiere, ſont à peu près proportionnelles à leur denſité, excepté que les Corps huileux & ſulphureux la rompent davantage, que d'autres de même denſité. Il eſt inutile de raſſembler ici tous les exemples qu'on peut produire, pour preuve de ce que j'avance ; ils ne peuvent échaper aux perſonnes judicieuſes : mais quoi qu'il ſoit impoſſible de rapporter tous les uſages dont peuvent être ces ſortes de comparaiſon, j'en vais cependant donner quelques exemples qui pourront ſervir de re-

gles, & faire voir, comment deux de ces trois choses étant données, sçavoir la grandeur, la gravité spécifique, & le poids absolu, on peut toujours facilement trouver l'autre ; ainsi nous allons enrichir la Geométrie, & nous mettre en état de mesurer un Corps quelque irrégulier qu'il soit, par le moyen de sa gravité spécifique, & de son poids absolu : nous pouvons aussi par le même moyen perfectionner la statique, & découvrir le poids d'un Corps quelque grand qu'il puisse être, en le considérant comme un tout résultant de sa grandeur, & de la gravité spécifique des matieres qui le composent. Je ferai voir ensuite comment on peut découvrir, dans quelle propoition sont les parties d'un mêlange, comme de l'Or & de l'Argent, dans un alliage; enfin, je donnerai quelques exemples des avantages que peuvent retirer de cette sorte de recherche, les Medecins, les Chymistes Apoticaires, Joüailliers, Orfêvres & autres, que cette méthode met en état de juger, si les matériaux dont

ils font usage ont les qualités qui leur conviennent.

Quand on veut déterminer quelqu'une de ces trois choses, *grandeur, gravité spécifique ou poids absolu*, les deux autres étant données, voici les regles qu'il faut suivre.

I. Si les Corps comparés sont d'égale grandeur, leurs poids absolus seront comme leur gravité spécifique;

II. S'ils sont de même gravité spécique, leurs poids absolus seront comme leur grandeur.

III. Si les poids absolus sont égaux, les grandeurs seront réciproquement, comme les gravités spécifiques.

D'où l'on voit, que si les Corps comparés différent en grandeur, gravité spécifique, & poids absolu, alors;

IV. Leurs poids absolus seront en raison composée de leur gravité spécifique, & de leur grandeur.

V. Les gravités spécifiques, en raison composée de la raison directe des poids absolus, & de l'inverse des grandeurs.

VI. Enfin, leurs grandeurs seront en

raison composée de la raison directe des poids absolus, & de l'inverse des gravités spécifiques.

On doit connoître exactement d'ailleurs, le poids de quelque Corps d'une certaine grandeur déterminée, pour en comparer promptement la gravité spécifique, avec celle de tout autre. J'ai choisi l'eau par exemple; or le poids d'un pied cubique d'eau est précisément de 1000 onces de la livre *aver du poids*, comme je l'ai déterminé, en comparant toutes les Expériences qu'on a faites sur le même sujet, je l'ai trouvé quelquefois plus grand, quelquefois moindre, mais la différence a toujours été peu considérable. Il s'est rencontré très-heureusement, (& c'est une grande commodité dans le calcul) qu'un pied cubique d'eau, avec quoi l'on compare aisément tous les Corps, & dont la gravité spécifique peut s'exprimer par l'unité; il s'est, dis-je, rencontré très-heureusement, qu'un pied cubique d'eau s'est trouvé peser un nombre rond, tel que 1000 onces.

Nous avons encore un autre avantage en exprimant ainsi le poids par onces, c'est que nous pouvons réduire nos résultats en d'autres poids anciens & modernes; car il est assez démontré que l'once Romaine, tant ancienne que moderne, n'est pas sensiblement différente de notre once *aver du poids*; & il est très-facile de rapporter aux poids Romains, tous les autres poids, tant anciens que modernes. *

Notre once *aver du poids*, contient $437\frac{1}{2}$ grains de la livre de *Troye*, & notre livre *aver du poids*, contient 7000 grains de *Troye*; de sorte que l'once de la livre *aver du poids*, est à celle de *Troye* à peu près, comme 51 à 56, & la livre *aver du poids*, est à celle de *Troye*, comme 17 à 14; il nous est donc facile de réduire un de ces poids en valeur de l'autre, par le moyen d'une de ces proportions.

* La livre de Paris est de 9216 grains, & la livre Romaine est de 6276 grains; la livre Romaine est de 12 onces, & l'once Romaine est à celle de Paris, comme 12 est à 13, à très-peu de chose près.

L'Expérience nous ayant donc appris, qu'un pied cubique d'eau pese 1000 onces *aver du poids*, nous pouvons abreger & faciliter les regles que nous venons de donner en termes généraux, & en proportions composées : & leur substituer les suivantes dans la pratique. Celles-ci supposent que les gravités spécifiques des Corps sont exprimées par une échelle de parties, dont 1000 représentent celle de l'eau, leurs poids absolus étant désignés par des nombres & parties d'onces *aver du poids*; & leurs grandeurs par des nombres & parties de pouces cubiques.

I. Le poids absolu d'un Corps est égal au produit de sa grandeur, par sa gravité spécifique.

II. Sa gravité spécifique est égale au quotient de son poids absolu, divisé par sa grandeur.

III. Sa grandeur est égale au quotient de son poids absolu, divisé par sa gravité spécifique.

Ces regles suffisent, & sont faciles à

pratiquer, j'en vais faire l'application.

Supposons un Architecte qui ait une Eglise à bâtir, & qui veuille sçavoir auparavant combien il faudra de plomb pour la couvrir afin d'en calculer la dépense; il sçait par ses dévis que la surface de la couverture sera de 30000 pieds quarrés; il sçait aussi par Expérience, que l'épaisseur de la couverture sera suffisante de $\frac{1}{100}$ de pied; multipliant donc 30 000 par $\frac{1}{100}$, ou divisant par 100; la quantité de plomb dont on cherche le poids, sera de 300 pieds cubiques. On a trouvé par Expérience, que la gravité spécifique de l'eau étant 1,000, celle du plomb sera 11,325, multipliant donc par la premiere regle 11,325, nombre qui exprime la gravité spécifique du plomb, par 300, sa grandeur, le produit 3397500, sera le nombre d'onces que peseront les 300 pieds cubiques; & comme il y a 35840 onces dans la barique, en divisant le produit par ce dernier nombre, le quotient sera le nombre des bariques, c'est-à-dire environ 94 bariques $\frac{4}{5}$.

Soit, pour exemple, de la seconde regle un parallélépipede de Marbre fin poli, de 4 pieds cubiques, & qui pese 6 quintaux, & 3 livres, dont on veuille sçavoir la gravité spécifique : un quintal étant 112 livres, six quintaux & 3 livres, seront 675 liv. qui étant multipliés par 16, font 10800 onces ; or suivant la seconde regle, si nous divisons le poids du Marbre par 4, sa grandeur, le quotient 2,700 sera la gravité spécifique du Marbre ; 1,000 exprimant celle de l'eau. C'est ainsi qu'on peut trouver les gravités spécifiques sans aucun moyen Hydrostatique ; mais comme cette méthode ne peut se pratiquer que rarement, à cause des figures irréguliéres de la plupart des Corps que nous avons occasion d'examiner, elle n'est jamais si exacte que la méthode Hydrostatique que nous avons donnée ci-devant.

La troisiéme regle est d'un usage admirable pour mesurer un Corps, quelque irrégulier qu'il puisse être : connoissant, comme nous le pouvons facilement, sa

gravité tant absoluë, que spécifique.

Soient proposés plusieurs fragments de Corail, dont nous trouvons dans la table la gravité spécifique de 2,690, & qui pesent 7 onces; divisant par la troisiéme regle, le poids absolu 7 par la gravité spécifique 2,690, le quotient sera la grandeur de tous les fragments; sçavoir $\frac{26}{10000}$ de pied cubique, ce qui étant réduit en pouces cubiques, sçavoir en multipliant cette fraction par 1728, (nombre de pouces cubiques dans un pied) le produit $4\frac{1}{2}$ pouces environ, sera la grandeur de tous les fragments proposés : ce qui est un moyen très-facile & très-sûr, de mesurer les Corps, lorsqu'on ne peut se servir des regles de la Geométrie.

Un autre usage que j'ai annoncé de ces sortes d'Expériences, c'est de faire connoître dans quelle proportion sont mêlés deux ingrédients dans une composition quelconque; les données nécessaires pour la solution, sont la gravité spécifique du composé & celle des composants: on peut les avoir par la balance

Hydroſtatique, elles ſuffiſent avec l'analogie ſuivante.

Comme la différence des gravités ſpécifiques du mélange & du plus leger ingrédient, eſt à la différence des gravités ſpécifiques du mélange & de l'ingrédient le plus peſant; ainſi la grandeur de celui-ci eſt à la grandeur du plus leger. Or la grandeur du plus peſant multipliée par ſa gravité ſpécifique, eſt à celle du plus leger multipliée pareillement par ſa gravité ſpécifique, comme le poids abſolu du plus peſant, eſt à celui du plus leger.

La raiſon de cette derniere regle eſt aſſez claire par tout ce que nous avons dit, & ceux qui ſont en état d'entendre la démonſtration de la premiere, peuvent bien la trouver par eux-mêmes, c'eſt pourquoi je continuerai. Prenons pour exemple la fameuſe Couronne du Roi *Hiéron*; ſuppoſé que la gravité ſpécifique de l'Or fourni à l'Orfèvre, fût comme 19, celle de l'Argent allié avec l'Or comme 11, enfin celle de la Couronne ainſi alliée comme 16; c'eſt aſſez de

données pour établir notre proportion suivant la premiere regle.

Comme 5 la différence de 16 est à 11, c'est-à-dire de la gravité spécifique de l'alliage & de l'Argent, est à 3, différence de 19 à 16, sçavoir la gravité spécifique de l'alliage & de l'Or: ainsi la grandeur de l'Or est à celle de l'Argent; d'où il est clair, que $\frac{3}{8}$ de la Couronne sont d'Argent: or par la seconde regle, nous sçavons que comme 95, le produit de 5 par 19, sçavoir la grandeur par la gravité spécifique du plus pesant ingrédient, est à 33, le produit de 3 par 11, sçavoir la grandeur par la gravité spécifique du plus leger ingrédient, ainsi le poids du plus pesant qui est l'Or, est au poids de l'Argent; d'où il est clair que de toute la Couronne $\frac{33}{128}$, c'est-à-dire un peu plus du quart est d'Argent, les circonstances étant réellement, comme nous les avons supposées (*a*).

(*a*) On peut ainsi trouver la regle dont il étoit question tout-à-l'heure. Soient *A* & *B* les grandeurs de l'Or & de l'Argent dans la Couronne respectivement, & *a*, *b*, leurs gravités spécifiques; donc puisque la gra-

On peut ainsi examiner la finesse des monnoies, & la porportion des alliages sans aucune perte ; & ce qu'on a dit des métaux, peut s'appliquer à tout autre Corps, même aux Fluides, en prenant les précautions convenables.

Ce que j'avois à proposer en troisiéme & dernier lieu, étoit de donner quelques exemples de l'usage de ces sortes de recherches pour les Medecins, Chymistes, Apoticaires, Joüailliers, Orfêvres, &c. M. *Boyle* a traité amplement cette matiere, dans son excellent Livre, *Medicina Hydrostatica* ; je vais vous rapporter quelque chose de cet excellent Ouvrage, autant qu'il en faut pour encourager à le lire, & ne pas ennuyer ceux qui l'ont déja lû.

Ayant observé dans son traité des pier-

vité absoluë ou le poids de chaque Corps, est composé de sa grandeur & de sa gravité spécifique, le poids absolu de l'or est aA, & celui de l'argent bB, & celui de la Couronne $aA + bB = c \times \overline{A + B}$, supposant $c =$ à la gravité spécifique du mélange : d'où on a $aA - cA = cB - bB$, & par conséquent $c - b : a - c :: A : B$, ce qui est la regle raportée ci-dessus.

res précieuſes, qu'il étoit aſſez probable que preſque toutes leuts propriétés venoient des différentes quantités de ſubſtances, minérales ou métalliques, qui dans leur état de fluidité ou de molleſſe s'étoient incorporées avec les autres matieres pierreuſes, & s'étoient endurcies par la ſuite juſqu'à former les pierres précieuſes; il a conjecturé que divers bols, argiles, eſpeces de terre & beaucoup d'autres de minéraux qu'on ne regarde pas comme métalliques, enfin, qu'une infinité de pierres qu'on néglige ordinairement, comme n'ayant aucune beauté, pouvoient néanmoins avoir de très-grandes utilités dans la Medecine, & peut-être davantage que les pierres fines, à cauſe de la grande quantité de ſubſtances minérales ou métalliques, dont elles peuvent avoir été impregnées, lorſque leurs principes n'étoient pas encore bien unis. Le moyen qu'il propoſe pour examiner les foſſiles, eſt celui de leurs gravités ſpécifiques; car puiſque la gravité ſpécifique de l'eſpece de pierre la plus peſan-

te & la plus homogene, est à celle de l'eau environ, comme 2½ est à 1, & que l'étaim le plus leger des métaux, est environ 7 fois plus pesant que l'eau : si la gravité spécifique d'une pierre se trouve excéder la proportion de 2½ à 1, il y aura apparence qu'elle contient quelque matiere étrangere & d'une nature métallique, ou au moins qu'elle est mêlée avec quelque Corps minéral plus pesant qu'une pierre ordinaire, & par conséquent peut bien être employée avec succès dans la Medecine. Il a éclairci ces conjectures par des Expériences qu'il a faites sur quelques substances dont on fait usage en Medecine, comme la *pierre hæmatite*, *lapis lazuli* ou l'azur, *la calamine*, dont il a déterminé le rapport des gravités spécifiques, à celle de l'eau respectivement, comme 415, 300, 493 ou 492. à 1.

Un second usage qu'il propose des recherches Hydrostatiques, c'est de découvrir, si un Corps proposé comme une pierre minérale, l'est effectivement; ainsi

dit-il, la pesanteur spécifique du corail que quelques-uns prennent pour une plante, d'autres pour un *lithodendron*, mais que beaucoup d'autres rangent parmi les pierres précieuses, est à celle de l'eau, comme 2,68 à 1, ce qui authorise la derniere opinion. De même, on a trouvé la pesanteur d'une perle 2,51 ; celle d'un calcul humain de 1,7 ; celle d'un bezoard de 1,5. D'où il croit que ces deux dernieres doivent être distinguées des pierres ordinaires, comme étant beaucoup plus legeres, ce qui les lui fait appeller pierres animales.

Un troisiéme usage est de découvrir le rapport ou la différence, entre deux Corps de même nom. Un quatriéme usage est de distinguer les pierres véritables, d'avec les fausses, ce qui peut être d'une très-grande utilité aux Joüailliers. On découvre par-là les coraux factices, & les pierres fausses ; on décide faux un bezoard, qui paroissoit très-beau & très-naturel, & qu'on estimoit d'un grand prix, quand on vient à le trouver aussi pesant

qu'une pierre minérale de la même grosseur, au lieu qu'il auroit dû se trouver de la moitié plus leger. De même on a trouvé le mercure quelquefois $13\frac{1}{2}$ fois plus pesant que l'eau, & quelquefois un peu plus de 14 fois. D'où nous voyons comment il peut résulter une différence considérable dans la hauteur de deux Barométres observés en même-temps, & dans le même endroit; si le mercure de l'un n'est pas de même gravité spécifique que celui de l'autre, la différence peut bien monter quelquefois jusqu'à un pouce; ceux donc qui publient des Observations du Barométre, doivent déterminer & déclarer la gravité spécifique du mercure dont ils se sont servi. * Enfin, on peut par cette méthode, juger de la bonté des matieres qui servent dans la Medecine, ce qui est d'un grand se-

* La différence des hauteurs du Barométre ne vient pas tant, à ce que je crois, du côté du mercure, que de l'exactitude avec laquelle on charge le tuyau, & sur-tout du diamétre de ce tuyau, car le mercure sera toujours d'autant moins élevé, que le tuyau sera plus capillaire. Dans les Barométres chargés par le moyen du feu, le mercure est toujours plus élevé, que dans ceux qui sont faits suivant la méthode ordinaire.

cours aux Chymiſtes, Apoticaires, Droguiſtes & autres. Les Orfêvres en peuvent auſſi tirer des lumieres ſur la fineſſe des métaux qu'ils travaillent, le marchand dans ſon choix de la poudre d'Or, & autres marchandiſes précieuſes qui ſont ſouvent contrefaites : le Mineur peut former ſon jugement ſur les différentes ſubſtances qu'il rencontre dans les mines. Enfin, cet excellent Auteur nous fait voir, combien il eſtimoit cette méthode, par la maniere dont il en parle.

„ Si-tôt que j'eus, dit-il, les moindres „ principes d'Hydroſtatique, je ſentis „ tout le prix de cette excellente méthode, elle m'a ſouvent été plus utile „ que je ne m'y ferois attendu, particuliérement dans l'examen des métaux, „ minéraux & autres matieres Chymiques ; elle m'a ſervi à détromper bien „ des Artiſtes, ſur ce qu'ils appellent *Luna fixa*, & autres précieux ſecrets qu'ils „ croyoient poſſeder ; elle m'a fait décider „ de la bonté, fauſſeté, & degrés de richeſſes, de pluſieurs compoſés métal-

„ liques

liques dont la belle apparence m'au- "
roit au moins embarrassé. „

SEPTIE'ME LEÇON.

Détail & explication des principaux Phænomenes de l'Expérience de Toricelli.

APRE'S l'exposition qu'on vient de vous faire des principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli (*a*), je n'ai pas besoin de faire un long dif-

(*a*) La Fig. 30. représente les principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli. 1°. Si on emplit de vif-argent un tuyau de verre d'environ 3 pieds de long, fermé hermétiquement par une de ses extrémités, qu'on bouche l'autre orifice avec le doigt, & qu'en le renversant on plonge cet orifice dans une Cuvette qui contienne d'autre mercure ; quand on viendra à ôter le doigt de dessus l'orifice, tout le vif-argent ne tombera pas dans la Cuvette, mais il en restera une partie dans le tuyau, ensorte que la hauteur perpendiculaire de cette colomne, sera de 27 à 28 pouces. 2°. Si le Tube est précisément de cette hauteur, ou plus court, il ne descendra pas du tout de mercure, mais le Tube restera tout plein. 3°. Si on fait la même Expérience avec plusieurs Tubes de différentes longueurs, figures, & capacités, & différemment inclinés : dans tous, la surface de la colomne de mercure sera toujours élevée au-dessus de celui de la Cuvette, précisément de la même hauteur de 27 ou 28 pouces ; je dis précisément, pourvû cependant que le diamétre du Tube ne soit pas trop étroit, ou qu'on ait bien pris garde en l'emplissant, de chasser toutes les petites bulles d'air, qui auroient pû rester entre le mercure & le tuyau.

tours, pour démontrer qu'ils dépendent de la pesanteur de l'air, la considération de ces Phœnomenes suffit presque seule pour vous convaincre de cette vérité. Supposons donc que ces choses nous sont

* On peut chasser ces bulles d'air par deux méthodes: par la plus ordinaire, on emplit de vif-argent presque tout le Tube, à la réserve d'un pouce environ qu'on laisse plein d'air; on bouche avec le doigt l'orifice du tuyau, on le renverse, & en faisant promener la bulle, on lui fait entraîner avec elle toutes les petites bulles imperceptibles.

L'autre méthode consiste à faire chauffer un Tube presque plein, sur un brasier couvert de cendres, on tourne continuellement, & la chaleur rarefiant toutes les petites bulles d'air, les fait dégager & sortir par l'orifice. Cette derniere méthode est préférable à l'autre, outre que toutes les colomnes de mercure sont égales, elles sont toujours plus hautes que par la méthode ordinaire, cette différence est souvent d'un demi pouce.

Un tuyau ainsi rempli, & plongé dans une Cuvette pleine de vif-argent, fait un *Barométre*, on l'applique sur une planche, & quand la hauteur de la colomne est précisément de 27 pouces, on tire une ligne de niveau vis-à-vis la surface du mercure de la Cuvette; on fait une graduation de 30 pouces depuis cette ligne de niveau, & on divise exactement les six derniers pouces en lignes & demies lignes.

La hauteur de la colomne de mercure varie suivant l'état de l'Atmosphere, communément elle est de 27 pouces, quelquefois de 26, & quelquefois de 28.

Comme la colomne ne sçauroit monter d'un pouce dans le tuyau, sans que le vif-argent ne s'abaisse de quelque chose dans la Cuvette; pour avoir la véritable hauteur, il faut une Cuvette fort large, ou se servir du calcul suivant.

Ayant divisé l'espace d'un demi pouce, en demies lignes & quarts de ligne, au-dessus & au-dessous de la ligne de niveau, la différence entre la surface du mercure de la Cuvette, & cette ligne de niveau, sera additive, quand le mercure montera au-dessus de 27 pouces, & soustractive quand elle descendra au-dessous.

entiérement nouvelles, & laissant tout préjugé, voyons si un mûr examen des effets que nous venons de voir, ne suffit pas pour nous amener à la connoissance de leur cause.

Il paroît d'abord entiérement contraire aux loix d'Hydrostatique, que le vif-argent se tienne beaucoup plus élevé dans le Tube que dans la Cuvette; car imaginant un plan horisontal, qui passe par l'orifice inférieur du Tube, au travers de toute la masse de vif-argent; il est évident que la partie du plan qui est contigue & directement placée sous cet orifice, soutient un plus grand poids de ce vif-argent, qu'aucune autre égale partie voisine de ce même plan; or nous avons vû assez clairement la semaine derniere, que les Fluides ne peuvent jamais rester en équilibre, tant que d'égales parties d'un tel Plan sont inégalement pressées par ces Fluides, comme il arrive dans l'Expérience présente.

Donc nous devons nécessairement conclure que, ou le cours général de

la nature eſt ici interrompu, & que ces Phœnomenes ſont une eſpece de miracle, ou que chaque égale partie du Plan eſt également preſſée, au contraire de ce qui paroiſſoit d'abord. Mais s'il y a égalité de preſſion ſur ce Plan, elle réſulte, ou de quelque augmentation, là où il nous paroît y en avoir le moins, ou de quelque diminution, là où il nous paroît y en avoir davantage; ou enfin de ces deux moyens réünis enſemble; c'eſt-à-dire, qu'il devroit y avoir quelque preſſion que nous n'appercevons pas, jointe à celle du vif-argent de la Cuvette, ou quelque force inviſible qui ſuſpendroit le mercure dans le Tube, de façon qu'elle diminuât l'excès de ſa peſanteur.

Examinons avec ſoin chacune de ces deux cauſes. Si l'égalité procéde de quelque preſſion ajoûtée à celle du vif-argent de la Cuvette, elle doit venir de quelque choſe de contigu à ſa ſurface; puis donc que l'air ſeul touche cette ſurface, il eſt démontré que la preſſion de l'air eſt la ſeule qui puiſſe être ajoûtée à celle

du mercure de la Cuvette. La pression de l'air est donc une des causes qui peut produire cet effet, considérons l'autre à présent, & cherchons comment l'excès de la pression du vif-argent contenu dans le Tube peut être diminué ; or je vous avouë que cette peine me paroît tout-à-fait inutile, car je ne sçaurois imaginer aucune explication satisfaisante, & qui puisse s'accorder avec les autres Phœnomenes de la nature.

François Linus a crû avoir démontré ce qui me paroît ici si difficile; je vais donc réfuter son sentiment, dont il ne sera peut-être pas inutile de vous donner quelque idée. Comme je n'ai pas le Livre de *Linus*, je ne sçaurois mieux vous faire connoître ses principes, que par ce qu'en dit le Dr *Power*.

I. Les Corps sont tellement inséparables les uns des autres, qu'il ne peut y avoir de vuide dans la nature. "

II. La partie du Tube qui paroît vuide, est remplie par une espece de toile ou membrane invisible de vif-argent, "

„ qui étant ſéparée de la ſuperficie de la „ colomne, ſe ſubtiliſe & s'étend ſi fort, „ qu'elle remplit tout l'eſpace qui nous pa- „ roît vuide.

„ III. Ce ſont les filets de cette mem- „ brane dilatée, qui ſoutiennent la colom- „ ne de vif-argent dans le Tube, & l'em- „ pêchent de deſcendre dans la Cuvette.

„ IV. Ces petits filets ſont extrêmement „ rarefiés & diſtendus par le poids du vif- „ argent qu'ils ſoutiennent, & lorſqu'on ôte „ la force qui les retient, ils ſe recontrac- „ tent dans leurs premieres dimenſions, „ & tirent ainſi toute ſorte de Corps qu'ils „ entraînent avec eux, à peu près comme „ les écoulements d'un Corps électrique en- „ traînent en s'en allant des pailles, & au- „ tres Corps qu'ils ſont capables de porter.

„ V. La faculté extenſive de cette pel- „ licule de vif-argent n'eſt pas indéfinie, „ elle a des limites au-delà deſquels elle „ ne ſçauroit plus s'étendre, & par con- „ ſéquent ſi le Tube eſt d'une hauteur conſi- „ dérable, il ſe ſéparera plutôt du mercure „ une nouvelle pellicule qui s'étendra pour

ſuppléer au défaut de la premiere, & “
ainſi une troiſiéme, une quatriéme, &c; “
juſqu'à ce que la colomne du mercure “
n'ait plus que 28 ou 29 pouces où elle “
reſtera ſuſpenduë, n'y ayant alors ni poids “
ni puiſſance capable d'en faire ſéparer “
une autre pellicule. „

Tels ſont ſes principes; & afin que vous goûtiez mieux l'application qu'il en fait, voici comme il explique pourquoi le vif-argent ne deſcend pas du tout dans les tuyaux qui ont moins de 29 pouces: C'eſt, dit-il, parce que la ſurface ſupé- “
rieure du mercure s'attache ſi étroite- “
ment au haut du Tube, que le poids “
de la colomne n'eſt pas ſuffiſant pour “
vaincre cette adhéſion, & comme il n'y “
a rien pour venir à la place du mercu- “
re, s'il deſcendoit, il s'y attache forte- “
ment pour qu'il n'y ait point de vuide. “
Dans les tuyaux plus longs, le mercure “
deſcend juſqu'à ce qu'il n'ait plus que “
29 pouces de hauteur, parce que, dit- “
il, un plus grand poids de mercure eſt “
capable de rompre cette adhérence; “

„ d'où la surface supérieure est obligée de „ se séparer par lames, & de se dilater en „ une mince pellicule ou assemblage de fi- „ lets, ce qui supplée au vuide apparent. „

C'est ainsi, dit le Dr *Power*, que ne faisant qu'effleurer les Phœnomenes, il en donne les solutions, & explique les plus difficiles, sans le moindre embarras.

Telle est l'hypothese de *Linus*, le seul que je connoisse, qui prétende expliquer notre Expérience par la diminution de la pesanteur du vif-argent dans le Tube.

Nous avons donc suffisamment établi que, ou la nature abandonne dans ce Phœnomene, les loix générales qu'elle s'est établie, ou qu'il y a quelque autre pression communiquée au vif-argent de la Cuvette, laquelle, comme je l'ai aussi prouvé, ne peut venir que de l'air contigu au mercure; ou bien enfin, que l'excès de pression du vif-argent renfermé dans le Tube, est arrêté ou anéanti par quelque autre cause que je ne sçaurois découvrir.

Il n'eſt pas raiſonnable de croire que la nature abandonnât ainſi ſes loix ordinaires dans une occaſion de ſi peu de conſéquence.

Du moins ſommes-nous certains, que rien ne nous authoriſe d'ailleurs à le ſoupçonner. Il eſt vrai qu'on a longtemps ſoutenu dans les Ecoles, que la nature doit tout faire pour prévenir le vuide, pour qui on lui ſuppoſe une averſion effroyable; mais ceux qui ont ſoutenu ce ſentiment, ont dû entendre par le mot de *Nature* (s'ils y ont entendu quelque choſe), ou l'Auteur de tous les Etres créés, ou les Créatures elles-mêmes; s'ils l'entendoient dans le premier ſens, ils oppoſoient manifeſtement la ſcience du Créateur à ſa ſageſſe, en ſuppoſant qu'il a tellement diſpoſé l'Univers, qu'il faille continuellement des miracles pour ſa conſervation; car nous pouvons par la préſente Expérience, le mettre dans la néceſſité d'empêcher le vuide à tout moment. Mais ſi par le mot de *Nature* ils entendoient les Créatures elles-mêmes,

ils tomboient dans une autre absurdité ; en supposant la matiere assez intelligente pour agir d'elle-même, & parvenir à quelque fin déterminée. En voilà assez, je crois, pour vous faire connoître le ridicule de cette opinion de l'horreur du vuide.

Quand la longueur du tuyau est moindre que 29 ou 30 pouces, le mercure, comme nous avons vû, ne descend point du tout, & n'abandonne pas le haut du tuyau ; là on peut bien dire que la nature s'est écartée de ses loix ordinaires pour prévenir le vuide, pourquoi donc ne s'attache-t'elle pas également à l'éviter, quand le tuyau a plus de 30 pouces de long ? du moins doit-on dire que son pouvoir est retenu & borné par quelques loix déterminées. Il n'y a donc plus que deux moyens d'expliquer ce Phœnomene, sçavoir, par la pression de l'air sur le mercure de la Cuvette, ou par quelque cause inconnuë qui diminuë l'excès du poids du vif-argent dans le Tube, voyons lequel de ces deux moyens il faut

faire évanoüir, pour sçavoir, enfin, à quoi nous devons nous en tenir.

Nous pouvons employer l'ingénieuse Expérience de M. *Auzout*, comme décisive dans cette occasion : (*a*) nous allons d'abord faire attention à ce qui va arriver dans le Tuyau & la Cuvette su-

(*a*) L'instrument de l'Expérience de M. *Auzout* a plusieurs parties : *ab* Fig. 31. est la Cuvette inférieure, *bc* le Tuyau inférieur, *cdhi* la Cuvette supérieure : le fond *e* de celle-ci, est introduit & cimenté dans un collet de cuivre fixé au Tuyau inférieur; *efg* est un autre Tuyau qui passe aussi au travers d'un collet de cuivre, & qui se visse à la Cuvette supérieure, ce Tuyau va presque jusqu'au fond de cette Cuvette. Dans l'intérieur vers un des côtés, est un petit Tuyau recourbé *hi* qui communique avec le Tuyau inférieur *cb*.

A présent, voici comme on fait l'Expérience; on lie fortement à l'orifice du Tuyau d'en bas un morceau de vessie mouillée, on verse du vif-argent plein ce Tuyau & la Cuvette d'en haut; on emplit le Tuyau supérieur, (on a dû emplir de même le Tuyau recourbé *hi*) & on bouche pareillement l'orifice *g* avec de la vessie mouillée.

L'instrument étant ainsi tout-à-fait rempli, & l'orifice *b* plongé dans la Cuvette *a* pleine de vif-argent, si on pique la vessie *b*, le vif-argent du Tuyau supérieur descendra tout-à-fait, & se mettra de niveau avec celui de la Cuvette d'en haut, qui sera aussi descendu en partie; celui du Tuyau d'en bas descendra en partie, & le reste se tiendra à la hauteur ordinaire de 27 ou 28 pouces. Mais en dévissant peu à peu le Tuyau supérieur pour laisser entrer l'air dans la Cuvette, le vif-argent s'élevera aussi-tôt dans ce Tuyau supérieur jusqu'à la hauteur de 27 ou 28 pouces, tandis que celui du Tuyau inférieur descendra tout-à-fait dans la Cuvette d'en bas. Enfin piquant la vessie du Tuyau d'en haut, le vif-argent redescendra jusqu'au niveau de celui de la Cuvette supérieure.

* On peut voir la même Expérience à peu près, mais beaucoup plus simple dans le Livre de M. *Pascal*.

périeure. Quand on a ouvert l'orifice du Tuyau inférieur, on a vû évidemment que le mercure de la Cuvette *dehi* n'a eu aucune communication avec l'air extérieur. Si donc l'élévation du mercure dans le Tuyau de *Toricelli* vient de la pression de l'air, comme il n'y en a point qui puisse presser ici le vif-argent de la Cuvette, il ne doit point rester suspendu dans le Tuyau supérieur, mais il doit tout descendre dans la Cuvette, c'est aussi ce qui arrive; mais si cette suspension du mercure dans le Tuyau de *Toricelli*, vient de quelque cause inconnuë qui diminuë le poids de la colomne renfermée dans le Tube, cette même cause doit produire son effet, & retenir le mercure suspendu dans l'Expérience présente, ce qui n'arrive pas.

Toutes les circonstances sont cependant ici les mêmes que dans l'Expérience de *Toricelli*, excepté qu'on a ôté la communication de l'air avec le mercure de la Cuvette supérieure.

Ayant donc vû dans cette Expérience

décisive, que le vif-argent ne s'est pas tenu élevé dans le Tuyau supérieur, comme dans le Tube de *Toricelli*, mais qu'il s'est abaissé jusqu'au niveau de celui de la Cuvette, nous en pouvons conclure avec assurance, que son élevation dans le Tuyau de *Toricelli* dépend uniquement de la pesanteur de l'air.

Pour confirmer cette vérité, souvenez-vous que quand on a introduit l'air peu à peu dans la Cuvette supérieure, en dévissant le collet, le mercure s'est aussitôt élevé dans le Tuyau supérieur jusqu'à la hauteur ordinaire de 28 pouces, & qu'en même-temps celui du Tuyau inférieur est descendu jusqu'au niveau de celui de la Cuvette; car alors nous avons permis à l'air de presser intérieurement sur le vif-argent du Tuyau inférieur avec autant de force, qu'il presse sur la surface de celui qui est dans la Cuvette, il ne subsistoit donc plus de raison pourquoi il seroit resté suspendu dans ce Tuyau, comme quand l'air pressoit seulement par dehors; donc &c. Nous aurons toujours do-

rénavant de nouvelles preuves de cette pesanteur de l'air.

Expliquons à présent les différentes remarques qu'on a faites sur ces Expériences ; sçavoir que la hauteur perpendiculaire, du mercure dans le Tube, au-dessus de celui de la Cuvette, est constamment la même, quelles que soient la longueur, la largeur, la figure & la situation du Tube, & pour cela, retenons bien que la pression de l'air est cette force additive, qui fait équilibre avec le mercure du Tube, & par conséquent que la partie du Plan horisontal que l'on conçoit dans l'intérieur du Tube, est autant pressée par la colomne de vif-argent qui s'appuye dessus, qu'une égale partie du même Plan, par le poids de la colomne d'air qui lui est contiguë.

Or nous avons vu la semaine derniere, que les Fluides pressent un Plan en raison de leur hauteur perpendiculaire, que tant que cette hauteur demeure la même, la pression reste constamment aussi grande, quelque variation qui arrive,

dans la quantité de Fluide, dans la figure, ou dans l'inclinaison du vaisseau; donc dans tous les cas de l'Expérience qu'on vous a faite aujourd'hui, la pression du vif-argent dans le Tube, quelque quantité qu'il y en ait, ou de quelque figure que soit ce Tube, est toujours égale à la pression de l'air, sur une égale portion de la surface du mercure de la Cuvette, parce que la hauteur perpendiculaire demeure toujours la même. L'élevation constante du mercure à cette hauteur, ne doit point servir d'objection contre ce que nous avons dit, sçavoir, que la pesanteur de l'air est la cause du Phœnomene de *Toricelli*, puisqu'au contraire, nous voyons qu'elle en est une suite nécessaire.

Passons à présent aux Expériences qui nous déterminent la force capable de soutenir le Tube renversé (*a*).

(*a*) La Figure 51. représente un Tube de *Toricelli* plongé dans une Cuvette pleine de vif-argent, & suspendu au fleau d'une balance par le cordon *a*; le Tube étant en Expérience, on l'a mis en équilibre, avec le bassin opposé d'une balance sous lequel on a placé une table, afin d'empêcher l'orifice du Tuyau de sortir du mercure pendant

Nous avons observé que la force nécessaire pour faire équilibre, étoit à peu près égale au poids du Tube & du vif-argent qu'il contient, moins le poids de celui qui étoit contenu dans la partie du Tuyau plongée dans la Cuvette. Ce Phœnomene paroissoit d'abord contraire à ce que nous avons avancé jusqu'ici ; il paroissoit même favoriser le systême des petits filets, comme aussi les défenseurs de ce systême n'ont pas manqué de s'en servir ; car, disoient-ils, si la pression de l'air sur la surface du vif-argent dans la Cuvette, étoit la véritable cause de la suspension du mercure, on ne devroit point sentir à la main le poids du vif-argent, mais seulement celui du Tube ; puisque l'air soutient ce vif-argent. Puis donc que le poids du vif-argent se fait

qu'on fait l'Expérience : tout étant en équilibre, on a bouché l'orifice du Tuyau avec le doigt, pour y conserver toute la colomne de mercure. L'ayant ensuite renversé & attaché à la balance, de maniere que le bout scellé Hermétiquement trempât dans le vif-argent, comme faisoit l'autre auparavant, l'équilibre a subsisté.

La même chose arrive dans un Tuyau plus court, que à 7 pouces.

Je crois cette Expérience du Docteur *VVallis*.

si

si bien sentir à la main dans cette Expérience, on peut soupçonner qu'il est suspendu & retenu au haut du Tuyau, par les petits cordonnets de *Linus*.

Mais remarquez bien que ce poids, qu'on croiroit d'abord être celui du vif-argent contenu dans le Tuyau, n'est pas réellement celui de ce vif-argent; car celui-ci est indubitablement soutenu par la pression de l'air: c'est plutôt le poids de la colomne d'air qui presse extérieurement la surface du Tube, & dont la pesanteur est aussi considérable que celle du vif-argent, ce qui fait croire d'abord que c'est son poids que l'on sent. En effet, le poids de cet air doit réellement se faire sentir à la main ou à la balance, puisque rien ne lui est opposé, & n'en contrebalance l'effort, comme il arrivoit quand le Tube étoit vuide, car la colomne d'air qui soutient ici le mercure, étoit alors employée intérieurement à soutenir & à détruire l'effort de cette colomne extérieure.

Il y a eu autrefois plusieurs disputes

assez vives, quoiqu'assez inutiles, sur l'espace qui paroît vuide au-dessus de la colomne de mercure dans le Tube de *Toricelli* ; quelques-uns soutenoient qu'il étoit absolument vuide, les autres au contraire, nioient l'existence d'un tel Etre dans la nature ; la matiere subtile est la réponse éternelle de ces derniers, elle leur sert à lever toutes les difficultés, & ils l'employent de mille manieres suivant qu'ils en ont besoin. Ce que nous pouvons assurer & qui nous suffit, c'est que si cet espace n'est pas entiérement vuide d'air, tel que nous le respirons, du moins nous le paroît-il : on peut s'en convaincre en inclinant le Tube, car le vif-argent remplira tout l'espace qu'il avoit abandonné, ce qu'il ne pourroit faire s'il y avoit de l'air dans cet espace. A la vérité, on apperçoit quelquefois de petites bulles d'air qui se glissent toujours, quelque précaution qu'on prenne ; mais la quantité en est ordinairement si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

HUITIÉME LEÇON.

Expérience de M. Pascal*; à l'imitation de celle de* Toricelli*; autres Expériences de même nature, avec différents Fluides combinés ensemble : la pression de l'air varie suivant les différentes distances de la surface de la Terre.*

JE vous ai ménagé le plaisir de voir cette merveilleuse Expérience de M. *Pascal*, plutôt comme une curiosité, que comme quelque chose dont nous ayons absolument affaire; car puisque la pression de l'air a bien pû soutenir le mercure, dans le Tube de *Toricelli*, à la hauteur de 29 ou 30 pouces, comme on vous l'a fait voir, nous pourrions, sans en faire l'Expérience, conclure avec certitude, que cette même pression de l'air est capable de soutenir l'eau dans le Tube de M. *Pascal*, à une hauteur 14 fois plus grande, c'est-à-dire, d'environ 34 pieds. En effet, puisque le vif-argent pese, (comme nous avons trouvé par la balance Hydrostatique) 14 fois plus que

l'eau commune, la hauteur de l'eau nécessaire pour contrebalancer la pression de l'air, doit être environ 14 fois aussi grande que celle du vif-argent : mais un fait est toujours plus convainquant qu'un raisonnement, quelque solide qu'il soit, & ce que nous voyons de nos yeux nous frappe & nous satisfait davantage, que le recit de ce qu'ont fait les autres ; on va donc vous répéter cette fameuse Expérience, que quelques personnes ont faite depuis avec le même succès, ce qui n'est cependant pas arrivé bien souvent à cause de la dépense, de l'embarras, & des autres difficultés qu'on y trouve.

L'habile Physicien, le Révérend Pere Gaspard *Schott*, Jesuite, rapporte dans sa *Technica curiosa*, une lettre de M. *Robberval*, sur les motifs qui ont porté M. *Pascal* à faire cette belle Expérience. Il est dit dans cette lettre que M. *Pascal* la fit pour la premiere fois à Roüen, en Normandie, avec de l'eau & du vin, dans des Tubes de verre de 40 pieds de long, qu'il avoit fait attacher au Mât d'un na-

vire, & qu'on pouvoit élever ou abaisser à sa fantaisie par le moyen de quelques machines; on y voit encore, que ce qui avoit engagé M. *Pascal* à employer des Tuyaux de cette longueur étoit, que s'étant trouvé avec plusieurs Sçavans, & que leur ayant fait voir le mercure suspendu dans le Tube de *Toricelli* à la hauteur de 27½ pouces de Roi; leurs sentimens s'étoient partagés sur ce Phœnomene; quelques-uns qui étoient *Peripatéticiens* assuroient, que l'espace abandonné par le vif-argent, étoit rempli par des esprits qui s'étoient évaporés du mercure, & qui s'étant rarefiés remplissoient exactement cet espace, ce qui soulageoit la nature, & lui faisoit éviter le vuide son mortel ennemi.

Pour les convaincre, M. *Pascal* prit des Tubes de verre de 40 pieds de long, (à ce que dit M. *Robberval*) les fit attacher à un Mât dressé sur la place de la Verrerie, & fit ajuster des Machines pour l'élever, comme je viens de dire tout-à-l'heure, & ayant fixé un jour, il les invita

tous à venir voir cette Expérience.

M. *Pascal* avoit calculé auparavant, à l'aide de la hauteur du mercure, celles de l'eau & du vin, proportionnellement à leurs gravités spécifiques, il avoit trouvé que metant 27 pouces ½ pour la hauteur du mercure, la véritable hauteur de l'eau devoit être de 31 pieds ⅓, & celle du vin, de 31 pieds ⅔ environ : leur ayant donc communiqué quelque chose de son dessein, il leur fit aisément avoüer dans la conversation, qu'il y avoit certainement une plus grande quantité d'esprits dans le vin, que dans l'eau, & qu'ainsi en faisant l'Expérience avec ces liqueurs, le vin devoit laisser au haut du Tube, un plus grand espace que l'eau, les Tubes étant d'égales longueurs. Ce qui lui étant accordé, il les mena voir le Mât & tout l'équipage, & ayant fait remplir les Tubes, l'un de vin, l'autre d'eau, & plonger dans leurs liqueurs respectives ; après plusieurs vibrations, elles descendirent & s'arrêterent, l'eau à la hauteur de 31 ⅓ pieds, & le vin un peu plus

de 31;, la partie supérieure de ces deux Tubes paroissant vuide, comme dans l'Expérience de *Toricelli.* Il fit ensuite changer les liqueurs des Tubes, c'est-à-dire, qu'il fit mettre le vin dans celui où il y avoit eu de l'eau, & de l'eau dans celui qui avoit d'abord été rempli de vin; malgré ce changement, il ne parut aucune différence dans leurs hauteurs, ainsi il confondit ses adversaires par leur propre aveu, leur faisant voir que dans leur hypothese, les esprits de l'eau auroient occupé un plus grand espace que ceux du vin, & par conséquent que l'eau auroit été plus spiritueuse que le vin, contre la raison & l'Expérience.

Passons à présent aux Expériences qu'on a faites, en combinant deux différents Fluides dans le même Tube; ces Fluides peuvent être du vif-argent & de l'eau, du vif-argent & de l'air, de l'eau & de l'air: ces mélanges suffisent pour nous faire connoître ce qui arriveroit en mêlant ainsi différents liquides. Nous avons vû que la pression de l'air sou-

tient le vif-argent à la hauteur d'environ 28 pouces, & l'eau à celle de 34 pieds; il est aisé de concevoir qu'un mélange de mercure & d'eau, doit nécessairement être soutenu par la même force, à une hauteur moyenne, entre 28 pouces & 34 pieds.

Pour trouver la véritable hauteur du mélange, supposons que le vif-argent dont nous nous servons, soit 14 fois plus pesant que l'eau, & que l'état de l'Amotphére soit tel, que la pesanteur de l'air soutienne le vif-argent à 28 pouces: mettant donc 28 pouces d'eau dans le Tube; voici comment il faudra calculer; 28 pouces d'eau pesent autant que 2 pouces de mercure, car puisque la gravité spécifique du vif-argent est 14 fois plus grande que celle de l'eau, 28 pouces sont 14 × 2 pouces de vif-argent; mais l'air peut soutenir une colomne de 28 pouces de mercure, puis donc que 28 pouces d'eau pesent autant que 2 de vif-argent, en ôtant 2 de 28, il restera 26 pouces, qui est ce qu'il faudra ajoûter de vif-

argent aux 28 pouces d'eau, pour que le composé fasse équilibre avec la pression de l'air, ce qui fait en tout 54 pouces.

Supposons encore qu'on ait mis dans le Tube 14 pouces d'eau, comme 14 pouces d'eau pesent autant que 1 pouce de vif-argent, ôtant un de 28, il reste 27, qu'il faut ajoûter à 14, d'où il paroît que le le composé de vif-argent & d'eau se soutiendra à la hauteur de 41 pouces.

Si l'on veut combiner ensemble du vif-argent & de l'air, il sera beaucoup plus difficile d'estimer la hauteur du vif-argent, que dans le cas précédent; le problême est proprement algébrique, & il faut absolument employer l'Analyse pour le résoudre; sans le laisser tout-à-fait, je le renverserai seulement, & au lieu de calculer à quelle hauteur doit se tenir le vif-argent, en supposant qu'une quantité d'air déterminée occupe la partie supérieure du Tube, je vais enseigner le moyen de déterminer quelle quantité d'air occupe la partie supérieure du Tube, étant donnée dans le Tube de *Toricelli*, une

hauteur de mercure moindre que la hauteur ordinaire, en voici la formule.

Comme la hauteur ordinaire du Barométre, dans le temps de l'Expérience, est au complément * de la hauteur donnée : ainsi la partie du Tube qui reste vuide de mercure après l'immersion, est à celle qu'on a dû laisser pleine d'air avant l'Expérience.

Supposons, par exemple, un temps auquel le Barométre soit à 28 pouces : on propose de remplir un Tuyau de 36 pouces de long, partie d'air, partie de mercure, de maniere qu'après le renversement, il y reste 20 pouces de vif-argent : supposons que le Tube soit enfoncé d'un pouce dans le vif-argent de la Cuvette, ensorte qu'il n'y en ait plus que 35 au-dessus de la surface de ce vif-argent : le complément de la hauteur donnée 20 pouces, sera de 8, & la longueur de la partie du Tube qui doit rester vuide après l'Expérience, sera de 15 pouces, car il y a 35 pouces, de-

* Ce complément est la différence entre la hauteur de la colomne donnée, & celle du Barométre au temps de l'Expérience.

puis la surface du vif-argent de la Cuvette, jusqu'au haut du Tube, & on en suppose 20 remplis de mercure, il y en aura donc 15 de vuide; or nous devons dire par la formule, comme la hauteur ordinaire 28 pouces, est à 8 complément de la hauteur donnée, ainsi 15 longueur de la partie qui doit demeurer vuide après le renversement, est à 4 $\frac{2}{9}$ longueur de la partie qui aura dû rester vuide avant l'Expérience.

Si donc on emplit tout le Tube à la réserve de 4 pouces $\frac{2}{9}$ qu'on laissera pleins d'air, après le renversement ces 4 pouces $\frac{2}{9}$ monteront au haut du Tube, & quand on en aura plongé l'orifice dans la Cuvette, le vif-argent descendra à la hauteur donnée 20 pouces, & l'air qui n'occupoit d'abord que 4 pouces $\frac{2}{9}$ se dilatera tellement au haut du Tuyau, qu'il occupera alors 15 pouces. Dans cet exemple, le Tube qui avoit 36 pouces excédoit la longueur du Barométre, supposons à présent qu'il n'en ait que 24, & qu'il y en ait comme auparavant, un

pouce de plongé dans la Cuvette, il n'en reſtera donc plus que 23 au-deſſus ; ſi on demande combien il faudra laiſſer d'air dans le Tuyau, pour que le vif-argent reſte après l'immerſion à la hauteur de 18 pouces, on calculera de même.

Le complément de 18 à 28, eſt 10, par conſéquent la partie ſupérieure du Tube qui doit reſter vuide après l'Expérience, eſt de 5 pouces, ſçavoir la différence de 18 à 23 ; diſons donc, comme 28 eſt à 10, ainſi 5, partie qui doit reſter vuide après l'immerſion, eſt à $1\frac{8}{9}$ eſpace qu'aura dû occuper l'air avant l'Expérience. Si donc on emplit tout le Tube de vif-argent, hormis 1 pouce $\frac{8}{9}$, le mercure reſtera après l'immerſion à la hauteur de 18 pouces.

Pour démontrer cette formule, il faut obſerver,

I. Que l'Air que nous reſpirons, eſt compoſé de parties compreſſibles ou élaſtiques, ou du moins qu'il eſt rempli de parties capables de céder, c'eſt-à-dire, de ſe laiſſer réduire à de moindres

dimensions, par une force quelconque, comme pourroit être le poids de l'Atmosphére ; ces parties tendent autant qu'elles peuvent à se débarrasser de cette pression, & à r'acquérir leur premiere étenduë, en réagissant contre les Corps qui les environnent & les compriment, c'est ce que chacun peut observer dans une vessie enflée : l'Air qu'elle contient se réduit, quand on la presse entre les mains, en un moindre espace ; mais aussi-tôt qu'on cesse de presser, il se rétablit dans toute l'étenduë qu'il avoit auparavant ; on sent manifestement quand on le comprime, l'effort avec lequel il paroît vouloir se débarrasser de la violence qu'on lui fait.

II. Que cette puissance élastique de l'air est toujours égale à la force avec laquelle on le comprime, car si elle étoit moindre que cette force, l'air se laisseroit encore comprimer davantage, & si elle étoit plus grande, il ne céderoit pas tant, la réaction étant toujours égale à l'action. D'où il suit que la vertu élastique

de la moindre particule d'air que nous respirons, est égale au poids de la partie de l'Atmosphére qui est au-dessus d'elle, puisque ce poids est la force qui la retient dans les dimensions qu'elle a actuellement, ce qui peut paroître un Paradoxe; cependant, comme nous avons déja dit, si la force élastique de cette petite partie d'air n'étoit pas aussi grande, que celle du poids de la colomne de l'Amotphére qui est au-dessus, elle céderoit à ce poids, qui la réduiroit dans un espace encore plus étroit.

III. Nous remarquerons, que plus on comprime l'air, plus on lui diminuë ses dimensions, & au contraire, que ses dimensions augmentent à proportion de ce qu'il cesse d'être comprimé. Le raisonnement seul ne suffit pas pour nous faire découvrir dans quelle proportion ses dimensions diminuent par la compression; l'Auteur de la nature peut avoir disposé les choses d'une infinité de manieres différentes, de celle où nous les voyons; il faut donc que l'Expérience nous fasse

connoître comment sa sagesse infinie les a ordonnées, c'est ce que nous examinerons dans la Leçon suivante : j'espere y démontrer que l'espace qu'occupe une quantité d'air déterminée, est toujours réciproquement comme la force qui le comprime.

Quand je dis que l'espace est réciproquement comme la force qui comprime, j'entens qu'à mesure que cet espace diminuë, la force augmente, & que cette espace augmente dans la même raison que la force diminuë ; ainsi une force double réduit l'air dans un espace moitié moindre, une force triple le réduit dans un espace soutriple ; de même aussi la moitié de la force étant détruite, l'air se dilate dans un espace double ; & si on ôte les deux tiers de cette force, l'air se dilate & occupe un espace triple de ce qu'il occupoit auparavant. Or la force élastique étant, comme je l'ai déja prouvé, égale à la force de compression, il s'ensuit qu'elle est aussi réciproquement comme l'espace que l'air occupe ; je peux

regarder cette propriété comme si elle m'étoit accordée, & je démontre ainsi la vérité de notre formule.

Dans la Figure 33 & 34, soit *ae* le Tube proposé, *bc* la hauteur à laquelle on suppose le vif-argent, *bd* la hauteur ordinaire du mercure dans le Barométre ; la pression de l'Atmosphére est contrebalancée dans le Tube de *Toricelli* par le poids de la colomne de mercure *bd*, ou *bc*, *cd* prises ensemble ; or dans notre Expérience elle est contrebalancée par le poids de la colomne de mercure *bc*, jointe à la pression de la quantité d'air renfermée dans la partie supérieure *ec* du Tube. Cette pression ne vient pas du poids de cet air renfermé, car il est presque insensible, mais elle vient de son élasticité ou de l'effort qu'il fait pour étendre ses dimensions, effort, qui doit nécessairement abaisser le vif-argent *cb*. Le poids des deux colomnes *bc*, *cd* jointes ensembles, est donc égal au poids d'une de ces colomnes *cb*, plus à la force élastique de l'air *ec* ; & ces deux sommes sont

sont égales à la pression de l'Atmosphére sur la surface du vif-argent de la Cuvette; le poids de la colomne de mercure *cd*, est donc égal à la force Elastique de l'air renfermé en *ec*; soit *ef* l'espace que cet air occupe dans son état naturel, & qui par son ressort s'est étendu dans l'espace *ec* en abaissant le mercure en *c*; sa force Elastique, quand il étoit dans son état naturel, étoit donc égale à la pression de l'Atmosphére, & par conséquent au poids de la colomne de mercure *bd*.

Nous voici donc parvenus à trouver que l'Elasticité de l'air dans l'espace *ec*, est égale au poids de la colomne de mercure *cd*, & que l'Elasticité du même air renfermé dans l'espace *ef*, est égale au poids de la colomne de mercure *bd*; l'Elasticité de l'air en *ef*, est donc à celle du même en *ec*, comme la colomne *bd* est à *cd*: or par la propriété de l'air que je dois vous démontrer demain, sçavoir que l'Elasticité est réciproquement comme l'espace, il suit que l'Elasticité de l'air en *ef*, est à son Elasticité en *ec*, com-

me ec, eſt à ef; donc $bd, dc :: ec, ef$, c'eſt-à-dire, que la hauteur du Barométre dans le temps de l'Expérience, eſt au complément de la hauteur donnée, comme la partie du Tuyau qui demeure vuide de mercure après l'Expérience, eſt à celle qu'on a dû laiſſer pleine d'air auparavant. *Ce qu'il falloit démontrer* (*a*).

(*a*) Pour trouver ec, ou cb, étant donné ef, Figure 33 & 34, ce qui eſt la converſe de la propoſition précédente, & qui, comme l'a remarqué l'Auteur, ne peut ſe réſoudre que par l'Analyſe; voici comme on peut s'y prendre.

Par la propriété de l'air qu'il a annoncée, ſçavoir, que ſon Elaſticité eſt réciproquement comme l'eſpace qu'il occupe, nous avons $ec : ef :: bd : dc$, ou $ec \times dc = ef \times bd$; d'où il paroît que la queſtion ſe réduit ſeulement à trouver un point c, dans la ligne donnée ed prolongée, tel que le rectangle ce, par cd, ſoit égal au rectangle donné bd, par ef. Or comme les côtés ce, cd peuvent ſe rapporter également à leur difference de, & par conſéquent peuvent ſe déterminer par la même Analyſe, il ſera plus ſimple de couper leur difference donnée de (Figure 35.) en deux parties égales, & de trouver la moitié de leur ſomme gc; d'où nous avons $ce = cg + gd$, & $cd = cg - gd$; & $ce \times cd = \overline{cg + gd} \times \overline{cg - gd} = cg^2 - gd^2 = bd \times ef$ par la condition du problême: ce qui nous donne ce Theorême. $cg^2 = gd^2 + bd \times ef$, ou $cg = \sqrt{gd^2 + bd \times ef}$.

Dans l'exemple de la page 153. mettant bd de 30 pouces, de de 5, & ef de 5; $\frac{1}{2}$ de ou dg ſera égal à 2,5 pouces, & par le Theorême $cg = \sqrt{gd^2 + bd \times ef} = \sqrt{6,25 + 150} = 12,5$, dont la difference $cd = 10$, &

En faiſant un changement convenable, on pourra ſe ſervir de la même formule, pour combiner de l'eau avec de l'air dans un Tube d'une longueur propoſée : il faudra dire, par exemple, comme la hauteur de l'eau dans l'Expérien-

la ſomme *ce* = 15, & la colomne *cb* = 20 pouces.

Mais au lieu du Theorême Analytique, ſi on vouloit une conſtruction Geométrique, voici ce qu'il faudroit faire. Dans les Fig. 35 & 36, ajoûtez *dh* = *ef*, à *bd*, hauteur ordinaire du Barométre, & ſur le diamétre *bh* décrivez un demi-cercle qui coupera en *i* la ligne *di*, perpendiculaire au Tube au point *d*; coupez *de* en deux au point *g*, & joignant *gi*, du centre *g*, & du demi diamétre *gi*, décrivez un demi-cercle qui coupera le Tube au point *c*, où ſe doit terminer la colomne de vif-argent.

Par le Theorême précedent $\overline{cg}^2 = \overline{gd}^2 + bd \times ef = \overline{gd}^2 + bd \times dh$ par conſtruction, $= \overline{gd}^2 + \overline{di}^2$ par la propriété du Cercle *bhi*, $= \overline{gi}^2$ par la propriété du Triangle rectangle *gdi*. Enfin ſi on deſire une démonſtration Synthetique ; ſuppoſons *k*, le point ou le Cercle *cik* coupe le Tube prolongé, on aura donc $bd \times ef = bd \times dh$ par conſtruction, $= \overline{di}^2$ par la proprieté du Cercle $bih = dc \times dk$ par la propriété du Celcle *cik*, & en changeant le premier & le dernier rectangle en proportion, on aura $ec : ef :: bd : dc$; donc en vertu du reſſort de l'Air, le vif-argent reſtera en *c*. Le problême a deux ſolutions, parce que le Cercle *cik* coupe la ligne *de* en deux points, dont le point *k* a cette propriété dans notre problême, que ſi *ek* eſt rempli par une colomne de vif-argent, qui ait un vuide au-deſſus d'elle, ſa ſurface reſteroit en *k*, & celle de la colomne inférieure en *c*, parce que l'Elaſticité de l'air eſt égale au poids d'une colomne de la longueur *ek*, ou *cd*.

ce de M. *Pascal*, qui est d'environ 32 pieds, est au complément de la hauteur proposée, ainsi la longueur de la partie du Tube qui doit demeurer vuide d'eau après l'Expérience, est à celle qu'on a dû conserver pleine d'air auparavant.

Passons à présent à l'Expérience qu'on a faite au bas & au haut de l'Observatoire, & qui nous fournit une preuve de la pression de l'air aussi complette, que nous la puissions desirer (*a*).

Comme je ne vois point de difficultés

(*a*) A la bouteille de la Figure 37. dans laquelle il y a environ un pouce d'eau, on a fixé & scellé avec du mastic un Tuyau de verre, dont une extrémité trempe dans l'eau de la bouteille : en soufflant un peu par ce Tuyau, on a élevé l'eau à une hauteur raisonnable ; on a placé la bouteille dans un vase, & on l'a environnée de sable ou de sel, pour conserver l'air qu'elle contient dans la même temperature ; on a mis un fil sur le Tuyau vis-à-vis la superficie de l'eau, & ensuite on a porté cet instrument tout au haut de l'Observatoire, & l'eau s'est élevée au-dessus du fil, ce qui montre évidemment que la pression de l'air est moindre au haut de l'Observatoire, qu'en bas dans la Cour ; car l'air de la bouteille étant de même temperature, conserve le même degré d'Elasticité, & presse sur l'eau avec la même force ; le poids de la colomne d'eau, & celui de l'Atmosphére contrebalancent la force Elastique de cet air : quand donc la colomne d'eau augmente, le poids de l'Atmosphére diminuë, par conséquent la pression de l'air est moindre au haut, qu'au bas de l'Observatoire.

ni d'objections raisonnables contre ces vérités, je ne m'arrêterai point à les prévenir; il vaut mieux observer, que non-seulement nous prouvons le poids de l'air dans cette derniere Expérience, mais encore qu'elle sert à déterminer le rapport de sa gravité spécifique à celle de l'eau; la hauteur de l'Observatoire où on a fait l'Expérience, est de 54 pieds: à cette hauteur l'eau s'est trouvée élevée de $\frac{3}{4}$ de pouce dans le Tuyau, donc une colomne d'eau de $\frac{3}{4}$ de pouce, ou de $\frac{1}{16}$ de pied, fait équilibre avec une colomne d'air de même base, & de 54 pieds, la gravité de l'eau est donc à celle de l'air; comme 54 à $\frac{1}{16}$, c'est-à-dire, comme 864 à 1.

Nous aurions pû nous servir du Tube de *Toricelli*, pour faire voir la différence des pressions de l'air, à différentes distances de la surface de la terre, si l'Observatoire avoit été plus élevé; mais la hauteur de 54 pieds, est trop peu considérable, pour qu'on puisse observer exactement l'abaissement du mercure qui

ne doit être que de $\frac{1}{20}$ de pouce; il a donc fallu se servir de l'expédient que nous avons employé au défaut de quelque haute montagne, sur laquelle nous aurions observé une altération sensible dans la hauteur du Barométre.

On fit une semblable Expérience en 1648. sur le *Puy de Domme* en Auvergne, par les soins & à la recommandation de M. *Pascal*; on y observa qu'à la hauteur de 3000 pieds de Roi, le vif-argent s'abaissoit dans le Tube de 3 pouces $\frac{1}{8}$. * M. *Casivel* a fait aussi une sembla-

* M. *Cassini* de *Thuri* a déterminé Geométriquement la hauteur du *Puy de Domme*, au-dessus du Jardin des Minimes, de 560 toises, c'est-à-dire, de 3360 pieds de Roi; & voici les Observations du Barométre que nous y avons faites ensemble, le 6. Août 1739.

Hauteur du Mercure..	Aux Minimes....	27 pouces	0 $\frac{1}{2}$ lig.
	Au *Puy de Domme*..	23....	9 $\frac{1}{2}$..
Difference..........		3.....	3...

Nous avons fait les mêmes Expériences le 6 Octobre 1739. sur la Montagne du *Canigou* dans les Pyrenées, dont la hauteur au-dessus du niveau de la Mer a été concluë de 1441 toises, ou 8646 pieds.

Haut. du Merc. à *Canet*,	Au bord de la Mer.	28 pouces	0 $\frac{1}{2}$ lig.
	Au *Canigou*.....	20....	2 $\frac{1}{2}$..
Difference..........		8....	1...

ble Expérience sur la Montagne *Snowdon* dans la Province de Galles, il a trouvé qu'à la hauteur de 3720 pouces, le vif-argent baissoit de 3 pouces $\frac{8}{19}$ mesure d'Angleterre.

Je ne sçaurois me dispenser d'ajoûter le résultat d'un calcul que j'ai fait du poids de toute l'Atmosphére; si ce poids étoit exprimé par un nombre de livres, il seroit d'une grandeur excessive; je vais plutôt déterminer le diamétre d'une Sphere de plomb, qui peseroit autant que toute la masse d'air qui environne la surface de la Terre; ce diametre seroit d'environ 60 milles. † Si quelqu'un veut faire lui-même ce calcul après moi, voici les Elemens qu'il doit employer.

Le poids d'une colomne d'air de la hauteur de l'Atmosphére est égal à celui d'une colomne d'eau de même base, & de 34 pieds de haut (mesure Angloise) le demi diamétre de la Terre est égal à 20949655 pieds; & la gravité

† C'est-à-dire, à peu près 21. lieuës.

ſpécique de l'eau eſt à celle de plomb ; comme 1,000 à 11,325.

NEUVIE'ME LEÇON.

La denſité & le reſſort de l'Air, ſont comme la force qui les comprime ; d'où l'on tire une méthode pour déterminer la nature & les limites de l'Atmoſphère.

NOus avons démontré que l'air eſt Elaſtique, c'eſt-à-dire, qu'il a une force, en vertu de laquelle il tend conſtamment à s'étendre, & que cette force Elaſtique eſt toujours égale à celle qui le comprime ; mais nous avons en même temps ſuppoſé, que l'eſpace que l'air occupe eſt en raiſon réciproque, & par conſéquent ſa denſité en raiſon directe de cette même force ; voyons à préſent ſi l'Expérience va confirmer ce que nous avons avancé.

Comme l'air peut devenir au plus rare, ou plus denſe qu'il n'eſt dans cette conſtitution, que nous appellons, peut-être improprement, ſon état naturel, nous

devons donc faire deux Expériences, l'une sur l'Air quand il est plus dilaté & plus rare que celui que nous respirons, & l'autre quand il est plus condensé. Soit donc *ae* (Fig. 33,) un Tube scellé hermétiquement en *e*, & ouvert en *a*; l'ayant rempli tout-à-fait de vif-argent, excepté un certain espace que nous laissons plein d'air; ensuite ayant bouché l'orifice *a* avec le doigt, & renversé le Tube pour laisser monter l'air dans la partie supérieure *ef*, si nous plongeons le bout *a* dans une Cuvette pleine de mercure, le vif-argent descendra jusqu'en *c*, & l'air *ef* se dilatera dans l'espace *ec*. Or soit *bd* la hauteur ordinaire du Barométre, vous pouvez vous ressouvenir que nous avons démontré, que la force qui comprimoit l'air pendant qu'il occupoit l'espace *ef*, étoit égale au poids de la colomne de l'Atmosphére, c'est-à-dire de la colomne de vif-argent *bd*, & que la force avec laquelle il est comprimé quand il occupe l'espace *ec*, est égale au poids de la colomne de vif-argent *dc*: si donc nous

trouvons par Expérience que l'eſpace *ec* eſt conſtamment à l'eſpace *ef*, comme la force qui comprime l'air en *ef*, eſt à celle qui comprime l'air en *ec*, c'eſt-à-dire, comme le poids de la colomne *bd*, eſt à celui de la colomne *dc*, ou ſimplement comme la longueur *bd*, eſt à la longueur *dc*, nous pouvons conclure avec aſſurance, que l'eſpace que l'air occupe quand il eſt raréfié, eſt réciproquement comme la force qui le comprime.

Pour découvrir ſi la même proportion ſubſiſte auſſi quand l'air eſt condenſé, nous nous ſervons d'un Tuyau recourbé Fig. 38. dont l'extrêmité *n* eſt ouverte, & l'autre *g* eſt ſcellée hermétiquement; verſant dans ce Tuyau autant de vif-argent qu'il en eſt néceſſaire pour remplir la courbure *ik*, de maniere qu'il enferme, dans l'eſpace *ig*, de l'air tel que nous le reſpirons, & que ſes ſurfaces dans les deux branches ſoient à niveau; il eſt évident que la preſſion de l'air *ig*, ſur la ſurface *i* du mercure, eſt égale au poids de la partie de l'Atmoſphére qui

presse sur l'autre surface *k*, & par conséquent, que le poids d'une colomne de vif-argent de la hauteur ordinaire du Barométre, est égale à la force qui comprime l'air en *ig*; or si par l'orifice *n* nous versons encore du vif-argent, jusqu'à ce qu'il monte dans la longue branche en *m*, nous l'appercevrons s'élever en même-temps dans la plus courte branche en *h*: ainsi l'air sera condensé & réduit dans l'espace *hg*. Or dans ce cas, il est encore évident que la force qui comprime l'air dans l'espace *hg*, est égale au poids de la colomne de vif-argent *lm*, jointe au poids d'une colomne de la hauteur ordinaire du Barométre, sçavoir de 27 ou 28 pouces (prenant le point *l*, au même niveau que le point *h*,). Si donc nous trouvons par Expérience que l'espace *gh* est constamment à l'espace *gi*, comme la force qui comprime l'air dans cet espace *gi*, est à la force qui comprime le même air, quand il est enfermé dans l'espace *hg*; c'est-à-dire, comme la hauteur ordinaire du Barométre,

eſt à cette hauteur ordinaire, jointe à la hauteur *lm*, nous pouvons encore conclure que quand l'air eſt condenſé, il occupe toujours une eſpace réciproque à la force qui le comprime.

Eſſayons donc ſi l'effet répondra à ce que nous attendons ; nous devons bien nous imaginer qu'il y aura toujours quelque petite différence, quelque précaution que nous prenions, à moins que les diamétres des Tubes *ec*, *gi* (Fig. 33, 38) ne ſoient véritablement Cylindriques, ce qui arrive rarement, ou peut-être jamais, & la cauſe de cette différence vient de ce que nous ſuppoſons les eſpaces *ef*, *ec*, *gi* & *gh*, l'un à l'autre comme les longueurs, ſuppoſition fauſſe, ſi les Tubes ne ſont pas parfaitement Cylindriques.

Ayant déja démontré par raiſonnement que le reſſort de l'air, eſt comme la force qui le comprime, & venant de prouver tout-à-l'heure, autant que l'inégalité inévitable des Tuyaux l'a pû permettre, que ſa denſité auſſi-bien que l'eſpace qu'il

occupe sont réciproquement, comme la même force qui le comprime, nous avons suffisamment de principes pour entreprendre la recherche des limites de l'Atmosphére & de son état, c'est-à-dire de sa rareté à une distance quelconque de la surface de la Terre.

Si l'air étoit par-tout de la même densité, on auroit bien-tôt déterminé les limites de l'Atmosphére; l'Expérience que nous avons faite hier au haut & au bas de l'Observatoire, nous apprend que la gravité spécifique de l'eau, est environ 850 fois plus grande que celle de l'air; (c'est ce que nous examinerons mieux par la suite dans une Expérience que nous ferons exprès,) & dans la semaine précédente, nous avons découvert par la balance Hydrostatique, que le vif-argent est environ 14 fois plus pesant que l'eau; d'où il suit que le vif-argent est 14 × 850 fois, c'est-à-dire 11 mille 900 fois plus pesant que l'air: Or nous avons vu par l'Expérience de *Toricelli*, qu'une colomne de vif-argent de 29½ pouces, est

en équilibre avec une colomne d'air de même base, & qui s'éleve jusqu'au haut de l'Atmosphére. Si donc l'air étoit par-tout de la même densité, qu'il est ici bas, sa hauteur devroit surpasser $29\frac{1}{2}$ pouces autant de fois, que sa gravité spécifique est excédée par celle du vif-argent; c'est-à-dire que la hauteur de l'Atmosphére, en la supposant par-tout de même densité, devroit être de $11900 \times 29\frac{1}{2}$ pouces, ce qui est un peu plus de $5\frac{1}{2}$ milles, à peu près 2 lieuës.

Mais il est facile de prouver que cette supposition ne doit point avoir lieu; car puisque chaque couche d'air est comprimée, par la partie de l'Atmosphére qui est au-dessus d'elle, puisque les parties les plus élevées sont moins comprimées, enfin, puisque la densité de l'air est par-tout comme la force qui le comprime; il s'ensuit nécessairement que l'air sera toujours d'autant plus rare, qu'il s'éloignera davantage de la surface de la Terre. Mais de combien l'air est-il capable de se raréfier & de se condenser? c'est

ce que personne que je sçache n'a encore déterminé. M. *Boyle* a observé qu'il peut se dilater jusqu'à devenir 10000 fois plus rare, qu'il n'est dans son état naturel, & M. *Halley* dit qu'il l'a vu 60 fois plus condensé, que celui que nous respirons; M. *Papin* rapporte encore qu'il se trouva une fois présent, quand M. *Huyghens* le comprima au même degré que je viens de rapporter, & que le vaisseau en éclatta. Cependant on n'a jamais pû déterminer par Expérience, jusqu'à quel point l'air pourroit se raréfier ou se condenser: quoiqu'il en soit, il est certain qu'il y a dans la nature des bornes au-delà desquelles on ne sçauroit aller; la condensation, par exemple, ne sçauroit aller jusqu'à la pénétration des parties, & si la raréfaction de l'air est d'autant plus grande, que sa distance à la surface de la Terre est augmentée, son ressort sera aussi d'autant plus affoibli, que la force avec laquelle chaque petite partie d'air tend à s'éloigner de celles qui sont au-dessous d'elle sera devenuë moindre que la for-

ce de sa gravité qui la ramene constamment vers le centre de la terre : la raréfaction de l'Air sera donc limitée, là où ces deux forces opposées seront en équilibre.

Quoiqu'il soit certainement vrai qu'à cause de la gravité, l'air ne sçauroit se dilater au-delà d'un certain terme ; cependant comme personne jusqu'ici n'a pû déterminer sa plus grande expansion, il est également certain qu'il n'est pas possible de déterminer exactement les limites de l'Atmosphére ; car comme l'air peut devenir de plus en plus rare, une quantité d'air aussi pesante qu'une colomne de vif-argent de 30 pouces de long, pourra aussi de plus en plus s'étendre & devenir plus rare, au moyen de quoi les limites de l'Atmosphére pourront se reculer jusqu'à l'infini.

Malgré cette difficulté apparente ; nous pouvons toujours connoître de combien l'air est raréfié à une distance donnée de la surface de la Terre, par la méthode suivante.

Soit

Soit *xaapx* (Fig. 39.) un vaisseau dont le fond *aa* touche la surface de la Terre; & dont la partie supérieure *xx* s'étende jusqu'au haut de l'Atmosphére: imaginons le côté *ax* divisé en plusieurs intervalles *ab*, *bc*, *cd*, &c. chacun d'un pouce, & soient menées les lignes *bk*, *cl*, *dm*, &c. paralléles à *aa*: il est évident que l'air contenu dans l'espace *bkcl*, est plus rare que celui qui est renfermé dans l'espace *aabk*, car la colomne *xclx* qui presse au-dessus du premier, est moindre que la colomne *xbkx* qui presse au-dessus de l'autre. Par la même raison, l'air enfermé dans l'espace *cdml*, est plus rare que celui qui est renfermé en *bkcl*; & ainsi de suite, l'air de chaque couche d'un pouce, est plus rare que celui de la couche qui est immédiatement au-dessous: supposons à présent que chaque couche d'air d'un pouce, soit par-tout de la même densité, c'est-à-dire que dans toute l'étenduë *ak* l'air soit de même densité, mais cependant plus dense que celui qui occupe l'étenduë *bl*, & que celui-ci soit aussi par-

tout de même densité, mais cependant plus dense que celui qui est dans l'espace *cm*, & ainsi de suite. Supposons encore que l'air contenu dans l'espace *bl* soit réduit en un moindre volume, ensorte qu'il devienne de même densité que l'air *ak*, ce qui se détermine aisément en faisant l'espace *bq* moindre que *bl*, dans la même raison, que l'air *bl* est moins dense que l'air *ak*; soit de même l'air *cm* réduit à l'espace *cr*, l'air *dn* à l'espace *ds*, &c. en un mot, que chaque couche d'air soit réduite à la même densité que l'air *ak*. Or il est évident par cette construction, que les espaces *ak*, *bq*, *cr*, *ds*, &c. seront comme les densités respectives de toutes les couches *ak*, *bl*, *cm*, *dn*; & l'on voit encore que la quantité, ou le poids de l'air qui s'étend de chacun de ces espaces jusqu'à l'extrêmité de l'Atmosphére, sera comme la somme de tous les espaces réduits qui se trouveront au-dessus de l'espace proposé; ainsi la quantité ou le poids de l'air au-dessus de l'espace *ak*, sera comme la somme des espa-

ſpaces *bq*, *cr*, *ds*, *et*, *fv*, &c. car l'air étant par-tout réduit à la même denſité, ſa quantité ou ſon poids ſera comme l'eſpace qu'il occupe.

Ce qui m'étant une fois accordé, voici la concluſion que j'en tire : Si on a un nombre de diſtances de la ſurface de la Terre qui ſoient en proportion Arithmétique, les denſités de l'air à ces diſtances ſeront en proportion Geométrique ; car puiſque (par l'Expérience qui a été faite aujourd'hui,) la denſité de l'air eſt toujours comme la force qui le comprime, nous devons conclure que la denſité de l'air à chaque diſtance de la ſurface de la Terre, eſt comme la quantité ou le poids de la partie de l'Atmoſphére, qui eſt au-deſſus de lui ; donc dans notre figure les denſités de l'air en *ak*, *bl*, *cm*, ſont l'une à l'autre reſpectivement, comme les quantités d'air au-deſſus de *bk*, *cl*, *dm*.

Mais nous avons vû auparavant, que ces denſités ſont comme les eſpaces *ak*, *bq*, *cr*, reſpectivement, & les quantités qui s'étendent juſqu'au haut de l'Atmoſphére,

ſont auſſi comme les eſpaces *xbβqrstvx*, *xcγrstvx*, *xdδstvx* ; il ſuit donc que les eſpaces *ak*, *bq*, *cr* ſont entr'eux reſpectivement, comme *xbβqrstvx*, *xcγrstvx*, *xdδstvx*.

Maintenant, les premiers eſpaces *ak*, *bq*, *cr* ſont les différences des derniers, & tous ceux qui connoiſſent la nature des proportions, ſçavent bien que quand pluſieurs quantités ſont l'une à l'autre reſpectivement comme leurs différences ; alors les quantités, comme auſſi leurs différences, ſont en progreſſion Geométrique (*a*).

Les eſpaces *ak*, *bq*, *cr*, ſont donc en progreſſion Geométrique, quand les diſtances *ab*, *ac*, *ad*, ſont en progreſſion Arithmétique ; & comme les denſités de l'air qui eſt dans ces trois premieres couches, ſont en progreſſion Geométrique, les denſités de celui des autres couches, qu'on ſuppoſe multipliées juſqu'au haut de l'Atmoſphére, décroiſſent auſſi dans la

(*a*) Si on a $a : a - b :: b : b - c :: c : c - d$, on aura *Convertendo* $a : b :: b : c :: c : d$.

même progreſſion Geométrique, comme on peut s'en convaincre en faiſant le même raiſonnement.

J'ai ſuppoſé juſqu'ici pour plus grande facilité, que l'air de chaque couche d'un pouce de hauteur, eſt de même denſité dans toute ſon étenduë : à la vérité, la ſuppoſition n'eſt pas abſolument exacte, car la denſité de l'air varie, pour peu que la hauteur change ; cependant notre concluſion n'en eſt pas moins certaine, parce que ſi au lieu de diviſer l'Atmoſphére en couches d'un pouce, comme nous avons fait, nous la diviſons en parties infiniment petites, & qu'on leur applique ce que nous venons de dire des couches d'un pouce, on trouvera toujours la même choſe.

Maintenant, parce que la rareté d'un Corps eſt réciproquement comme ſa denſité, nous pouvons auſſi conclure, que quand les diſtances de la ſurface de la Terre, croiſſent en progreſſion Arithmétique, les différents degrés de rareté de l'air croiſſent en progreſſion Geométrique.

M. *Halley* eſt le premier, à ce que je crois, qui ait obſervé cette propriété de l'air, mais parce que ſa démonſtration ne ſçauroit être entenduë de ceux qui ne connoiſſent pas la nature de l'hyperbole, & que M. *Gregory* dans la démonſtration qu'il en a auſſi donnée dans ſon cinquiéme Livre d'Aſtronomie, ſuppoſe que ſon Lecteur ſçait les propriétés de la ligne Logarithmique. J'ai tâché de rendre cette choſe intelligible, par une méthode qui fut à la portée de tout le monde, même de ceux qui n'ont jamais entendu parler de lignes courbes. Voyons à préſent quel ſecours nous pouvons tirer de cette propriété, pour déterminer de combien l'air eſt réellement raréfié à une élévation quelconque, au-deſſus de la ſurface de la Terre.

Puiſque les degrés d'élévation ſont les termes d'une progreſſion Arithmétique, comme les degrés de rareté le ſont d'une progreſſion Geométrique, il ſuit que l'élévation eſt par-tout proportionnelle au Logarithme de la rareté; ſi donc nous

pouvons trouver par Expérience la rareté de l'air à une élévation quelconque, nous pourrons par la regle de trois, trouver quelle eſt ſa rareté, à une autre élévation propoſée, en diſant : Comme l'élévation à laquelle l'Expérience a été faite, eſt à l'élévation propoſée, ainſi le Logarithme de la rareté de l'air à la premiere ſtation, eſt au Logarithme de ſa rareté à la hauteur propoſée. Ainſi il ſuit de la fameuſe Expérience du *Puy de Domme*, qu'à la hauteur de 7 milles, l'air eſt un peu plus de 4 fois plus rare, qu'à la ſurface de la Terre. Par la même méthode, il ſuit de l'Expérience de M. *Caſwel* ſur la Montagne *Snowdon*, qu'à la même hauteur de 7 milles, l'air n'eſt pas tout-à-fait 4 fois plus rare, qu'à la ſurface de la Terre : la différence de part & d'autre eſt très-peu conſidérable. Nous pouvons donc prendre un milieu, & dire en nombres ronds, qu'à la hauteur de 7 milles, l'air eſt environ 4 fois plus rare, que celui que nous reſpirons.

M. *Newton* s'eſt ſervi de cette même

proportion dans les additions qu'il a faites à son Optique (*a*), il est difficile d'appercevoir surquoi il se fonde; néanmoins je m'en tiens à mon propre calcul.

Par ce qui vient d'être prouvé, sçavoir que la rareté de l'air augmente en progression Geométrique, tandis que sa hauteur croit en progression Arithmétique, on trouve qu'à chaque hauteur de 7 milles, l'air devient 4 fois plus rare; ainsi à la hauteur de 14, il est 16 fois plus rare; à la hauteur de 21 milles, il est 64 fois plus rare; à 28 milles, 356 fois; à 35 milles, 1024 fois; à 70 milles, 1,000 000 fois; à 140 milles, il est 1000 000 000 fois, & à 210 milles, 1000 000 000 000 fois plus rare, s'il est possible qu'il puisse acquérir de si grandes dimensions; d'où nous pouvons aisément appercevoir qu'à la hauteur de 500 milles, si l'Atmosphére s'étendoit aussi loin, il seroit si raréfié, qu'une bulle d'air

(*a*) Dans la derniere édition, il le fait 4 fois plus rare à la hauteur de $7\frac{1}{2}$ milles, & 16 fois plus rare à la hauteur de 15 milles, & ainsi de suite; mais il ne dit pas la raison de ce changement.

d'un pouce de diamétre, tel que celui que nous respirons, s'étendroit dans un espace aussi considérable que la Sphere de Saturne. Le demi diamétre de la Terre, est d'environ 4000 milles, & celui de Saturne, est 8 x 5000,000.

C'est donc avec grande raison, que l'Excellent Philosophe dont je viens de parler, nous dit dans ses principes, que l'air à la hauteur d'un demi diamétre de la Terre, est au moins aussi raréfié, que je viens de faire voir qu'il l'est à une hauteur 8 fois moindre.

Il paroît par les Observations des Astronomes sur la durée du Crepuscule, & la grandeur de l'ombre de la Terre dans les Eclipses de Lune, que l'effet de l'Atmosphére pour réflechir & intercepter la lumiere, est sensible même à la hauteur de 40 & 50 milles, nous sommes donc sûrs que l'Atmosphére s'étend jusques-là, & nous sçavons par-tout ce qui a été dit, qu'à cette hauteur l'air est environ 10 000 fois plus rare, qu'à la surface de la Terre; mais de combien au-

delà de cette hauteur de 40, ou 50 milles, l'Atmosphére s'étend-elle encore? c'eſt ce que j'avouë, que j'ignore entiérement, n'ayant rien d'où je puiſſe conclure une plus grande hauteur avec certitude. A la vérité, on a vu ſouvent quelques parties lumineuſes, aux environs du Zenith même, à minuit, mais je n'oſe rien conclure de ces apparences; ſi j'aſſurois, comme quelques-uns ont fait, que ces parties lumineuſes ne ſont autre choſe, que quelques exhalaiſons Terreſtres qui flottent dans l'air à une hauteur prodigieuſe, & qui nous réflechiſſent la lumiere du ſoleil, à laquelle elles peuvent être expoſées à une ſi grande hauteur; il me paroît qu'il ſeroit enſuite impoſſible d'expliquer d'une maniere un peu ſupportable, pourquoi ces exhalaiſons pourroient être aſſez denſes pour réflechir tant de lumieres à une ſi grande hauteur, & ſe ſoutenir en même-temps dans un milieu, j'oſe le dire, infiniment plus rare, que l'air que nous reſpirons. Il paroît plus probable que ces lumieres viennent de

quelques substances lumineuses, ou phosphores Aëriens.

Le 20. Mars 1706. il parût à 10 heures du soir un Phœnomene de cette espece à *Cambridge*, & en d'autres lieux éloignés, il y avoit un Cercle de lumiere d'environ les deux tiers de la largeur de la voie lactée, mais beaucoup plus luisant; sa hauteur approchoit de celle de notre Zenith, en s'inclinant d'environ 4 ou 5. vers le Nord, elle étoit très-vive & bien terminée vers l'horison Occidental, & plus foible vers le Zenith, où elle commença à disparoître, & devint aussitôt aurore boréale. Un de mes amis vit le même Phœnomene dans la Province de *Lincoln*, à 70 milles du Nord de *Cambridge*, le demi Cercle lui paroissoit dans le plan de l'Equateur. De ces deux Observations comparées ensemble, il est aisé de conclure que cette matiere lumineuse étoit élevée au-dessus de la Terre d'environ 40, ou 50 milles.

Voilà ce que j'avois à vous dire sur la nature & les limites de l'Atmosphére.

On s'attend peut-être que je vais ajoûter quelque chose sur la cause de l'Elasticité de l'air, sur laquelle sont fondées toutes nos conclusions; je vous avouërai que de toutes les hypotheses qu'on a imaginées là-dessus, celle de M. *Newton* me paroît la plus plausible. Il a démontré dans le second Livre de ses Principes, que si les particules d'air, sont de nature à se repousser, à s'éloigner les unes des autres, avec des forces centrifuges réciproquement proportionnelles à leurs distances, elles doivent composer un Fluide élastique, dont la densité sera toujours comme la force qui le comprime, & ceux qui voudront se donner la peine de lire les dernieres additions qu'il a faites à son Optique, verront que cette hypothese n'est pas avancée sans fondement.



DIXIE'ME LEÇON.

Effets de la pesanteur & de l'Elasticité de l'air dans les Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, Ventouses, &c. comme aussi dans la respiration & le succement.

J'AI prouvé suffisamment que l'air a une pesanteur actuelle, dont il presse tous les Corps qui lui sont contigus; nous avons trouvé qu'à la surface de la Terre, la pression d'une colomne d'air de toute la hauteur de l'Atmosphére, est égale au poids d'une colomne de vif-argent de même base, & de 29½ pouces, ou bien au poids d'une colomne d'eau de même base, & d'environ 34 pieds de hauteur; j'ai encore fait voir que cette pression diminuë toujours, à mesure qu'on s'éleve au-dessus de la surface de la Terre; que l'air a une vertu ou puissance Elastique, par laquelle il tend autant qu'il lui est possible à s'étendre & à acquérir de plus grandes dimensions; que cette vertu ou puissance Elastique de l'air, est égale à

la force qui le comprime ; que l'espace qu'il occupe est toujours réciproquement, & par conséquent sa densité directement comme cette même force ; que les degrés de densité de l'Atmosphére, sont différens à différentes hauteurs ; l'air étant toujours d'autant plus rare qu'il est plus élevé ; enfin, j'ai démontré que la rareté de l'air croit en progression Geométrique, à mesure que sa hauteur croit en progression Arithmétique, & qu'ainsi à chaque 7 milles d'élévation, il est toujours 4 fois plus rare.

Venons à présent aux effets qu'on attribuoit autrefois à l'horreur du vuide, & qui dépendent ou de la pesanteur, ou de l'Elasticité de l'air ; nous pouvons compter parmi ces effets, les Phœnomenes des Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, Ventouses, en un mot, ceux de la respiration & du succement.

M. *Pascal* dans son Traité de la pesanteur de l'air, a très-bien rendu raison de ces effets, c'est pourquoi je vous rapporterai la plupart de ses explications ;

il feroit inutile d'en chercher de meilleures. Sa méthode confifte à rapporter d'abord les principaux effets qu'on attribuoit à l'horreur du vuide, & à faire voir enfuite qu'ils font une fuite néceffaire de la preffion de l'air.

Premierement donc, *on écarte difficilement un foufflet dont les ouïes & le bout font exactement fermés, & quand on veut l'écarter, on fent une réfiftance comme fi les côtés du foufflet étoient collés l'un contre l'autre: de même le pifton d'une Seringue, dont on a bouché l'ouverture, réfifte à la force qui le tire vers le haut, comme fi quelque chofe le retenoit au fond.*

On prétendoit, que ces effets venoient de l'horreur que la nature a du vuide, qui ne manqueroit pas d'arriver fi on écartoit les deux aîles du foufflet, ou fi on tiroit en haut le pifton de la Seringue; & cette raifon fe trouvoit confirmée, parce qu'on ne fent plus aucune réfiftance, fitôt qu'on laiffe entrer l'air dans l'une ou l'autre de ces cavités.

II. *On fépare difficilement deux Marbres*

polis appliqués exactement l'un sûr l'autre; il semble qu'ils soient étroitement attachés.

On prétendoit encore, que cette cohésion venoit de l'horreur que la nature a du vuide, qui existeroit dans le temps que l'air employeroit à passer des bords, au centre de ces Marbres.

III. *Quand on plonge dans l'eau le bout d'une Seringue, & qu'on tire le piston, l'eau monte dans la Seringue, & suit ce piston, comme si elle lui étoit attachée: de même dans une Pompe, qui est une grande Seringue, l'eau monte & suit le piston quand on l'éleve.*

On disoit encore, que cette élévation de l'eau venoit de l'horreur du vuide, qui arriveroit dans l'espace compris entre la surface de l'eau & le piston, si l'eau ne le suivoit pas, puisqu'il n'y a point d'air entre deux; ce qui est confirmé, parce que l'eau ne monte plus, sitôt qu'on laisse entrer l'air dans la cavité de la Seringue par quelque moyen.

De même, si on mèt dans l'eau le bout d'une soufflet dont on à bouché les oüies,

&

& qu'on en écarte les Aîles, l'eau montera & emplira sa cavité. Pareillement, quand on met la bouche dans l'eau & qu'on suçe, on attire l'eau par la même raison; car on peut comparer les poumons à un soufflet, & l'air entre dans les poumons quand on respire, comme il entre dans la cavité d'un soufflet, quand on en écarte les aîles.

Pareillement, si on allume un morceau de papier dans une bouteille, & que tout d'un coup on la renverse dans un vaisseau plein d'eau, à mesure que la flamme diminuë, on voit l'eau s'élever dans la bouteille; car l'air qui y avoit été raréfié par la flamme, venant ensuite à être condensé par l'eau froide, & par conséquent à contracter ses dimensions, doit se retirer, & laisser monter l'eau pour emplir l'espace qu'il abandonne.

IV. *Si on emplit d'eau une bouteille, & qu'après l'avoir renversée on en plonge l'orifice dans un vaisseau plein d'eau, celle de la bouteille y demeurera suspenduë sans qu'il en tombe une seule goutte.*

On disoit encore, que cette suspension venoit de l'horreur du vuide ; car il devroit nécessairement y avoir un espace vuide, si l'eau venoit à descendre, puisque l'air ne sçauroit s'insinuer pour prendre sa place, ce qui est confirmé par une Observation, sçavoir, que si on laisse entrer l'air par quelque ouverture, l'eau descend aussi-tôt.

V. *Si on emplit d'eau un Syphon, qu'on en plonge les branches, chacune dans un vaisseau plein d'eau ; si l'un de ces deux vaisseaux est plus élevé que l'autre, l'eau coulera dans le moins élevé, jusqu'à ce que l'autre soit épuisé, & couleroit toujours, si on avoit soin de remplir celui qui s'épuise.*

On prétendoit encore, que cet écoulement venoit de l'effort que la nature faisoit pour prévenir le vuide, qui arriveroit au haut du Syphon, si l'eau de chaque branche descendoit dans le vaisseau qui est au bas, comme il arrive ordinairement, quand on fait quelque ouverture au haut du Syphon.

Il y a encore beaucoup d'autres effets

de cette nature, dont nous ne parlons cependant pas, parce qu'ils sont à peu près les mêmes que ceux que nous venons de rapporter, & dans lesquels on ne remarque rien autre chose, sinon que tous les Corps qui se touchent, résistent à l'effort qu'on fait pour les séparer, quand l'air ne sçauroit s'introduire à leur place; soit que cet effort vienne de leur pesanteur, comme dans les Expériences où l'eau montoit & restoit suspenduë malgré son propre poids, soit que cet effort vienne de quelque force appliquée pour les désunir, comme dans le premier exemple.

Voyons à présent comment tous ces effets qu'on a attribués à l'horreur du vuide, dépendent de la pression de l'air.

Pour expliquer comment la pression de l'air peut-être la cause de la difficulté que nous appercevons à écarter les Aîles d'un soufflet, dans lequel l'air ne peut entrer, M. *Pascal* suppose que son Lecteur se ressouvient de ce qu'il a enseigné, dans son Traité de l'équilibre des Li-

queurs, ſçavoir que ſi on place dans une cuve d'eau d'environ 20 pieds de profondeur, un ſoufflet dont l'orifice ſorte au-deſſus de la ſurface de l'eau; il ſera très-difficile d'en écarter les Aîles, & d'autant plus difficile, que la hauteur de l'eau au-deſſus des Aîles du ſoufflet ſera plus grande: cette réſiſtance vient manifeſtement du poids de l'eau ſur le ſoufflet, puiſqu'avant que de verſer l'eau dans la cuve, on n'avoit aucune difficulté à en écarter les Aîles; & qu'à meſure qu'on a verſé de l'eau, la réſiſtance eſt augmentée, & eſt toujours devenuë égale au poids de l'eau qu'on a verſé ſur le ſoufflet: car comme l'eau ne ſçauroit entrer dans la cavité du ſoufflet, à cauſe que ſon orifice eſt hors de la cuve, il eſt évident que les Aîles ne ſçauroient être ſéparées, ſans élever ou ſoutenir la maſſe d'eau qui eſt au-deſſus; or on ne peut pas dire ici que cette réſiſtance vienne de l'horreur du vuide, puiſque l'air a un paſſage libre dans la cavité du ſoufflet par l'orifice du Tuyau; il eſt donc très-certain que cette

résistance vient entiérement du poids de l'eau.

Ce qui a été dit du poids de l'eau, peut s'appliquer à celui de tout autre Fluide; car si le soufflet est mis dans un vaisseau plein de vin, on sentira une pareille résistance, ce qui arrivera aussi quand on se servira d'air, d'huile, de vif-argent, ou de tout autre Fluide. C'est donc une regle générale & un effet nécessaire de la pesanteur des Fluides, que si un soufflet est enfoncé dans un Fluide quelconque, de maniere, qu'il ne puisse pas pénétrer dans sa cavité, le poids du Fluide qui est au-dessus, cause la résistance qu'on sent quand on en écarte les Aîles; si donc nous appliquons cette regle générale à un Fluide particulier, tel que l'air; nous pouvons dire que quand un soufflet sera bouché, de maniere que l'air ne puisse pas entrer dedans, le poids de la masse d'air qui sera au-dessus, fera sentir de la résistance, quand on en voudra écarter les Aîles; & qu'on cessera d'en appercevoir sitôt qu'on laissera entrer l'air.

Ce qui a été dit sur cet effet, peut servir pour tous les autres, sur lesquels je ne m'étendrai pas comme sur celui-ci.

On a vû dans la premiere semaine, que la pression d'un Fluide peut produire des effets semblables à ceux des Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, & j'en ai fait l'application à l'air en même-temps ; je n'insisterai donc pas là-dessus davantage. C'eût aussi été le lieu de rapporter l'Expérience du soufflet, qui ne s'exécute pas aussi aisément qu'on l'a décrit ; quoiqu'il en soit, la description peut servir au moins à rendre évidente la conclusion qui en a été tirée par M. *Pascal* ; car ceux qui ont la moindre connoissance de l'Hydrostatique, voyent évidemment que l'effet y répondra nécessairement.

On peut dire aussi la même chose de l'Expérience suivante, proposée par le même Auteur pour expliquer l'effet des Ventouses. Il suppose un Tube de 20 pieds de long, ouvert par ses deux extrêmités, dont l'orifice inférieur seroit élar-

gi en forme d'entonnoir, & appliqué sur la cuisse d'un homme assis dans l'eau à une profondeur considérable, & dont l'autre extrêmité seroit hors de l'eau; ensorte que la seule partie enfermée sous cet entonnoir fut exempte de la pression de l'eau: dans ce cas, dit cet illustre Auteur, la partie enfermée sous le Tube seroit considérablement tumefiée.

Or il est clair que cette tumeur n'est pas causée par l'horreur du vuide, puisque le Tube est ouvert par en haut, & qu'il n'arriveroit rien de semblable s'il n'y avoit point, ou seulement très-peu d'eau sur tout le reste du Corps; il est donc très-certain que cet effet dépend uniquement de la pesanteur de l'eau, car si elle presse toutes les autres parties du Corps à la réserve seulement, de celle qui est renfermée sous le Tube, à laquelle elle ne sçauroit toucher, elle obligera le sang & les autres parties capables de céder, à s'élever, où il y aura moins de pression, ce qui causera une tumeur.

Ce qui a été dit de la pression de

l'eau, se trouvera également vrai pour tout autre Fluide, par conséquent la pression de l'air peut causer une semblable tumeur, si elle est plus grande sur les autres parties du Corps, que sur celle qui est dans la Ventouse; & elle l'est effectivement, car l'air de la Ventouse ayant été très-raréfié, & chassé en partie par la chaleur, son ressort se trouve bien affoibli, quand il s'est remis à la même temperature, & par conséquent agit moins sur la partie renfermée dans la Ventouse, que l'air extérieur ne fait sur les autres parties.

Il est inutile, à ce que je crois, d'expliquer à présent comment on fait monter l'eau, quand on y met la bouche & qu'on suçe; car il est clair que l'air extérieur pese sur toute la surface de l'eau, excepté sur la partie qui est couverte par la bouche: & quand les muscles de la respiration viennent à élever la poitrine & en augmentent la capacité, l'air intérieur se trouvant dans un plus grand espace qu'auparavant, conserve moins de force

pour résister à l'eau & à l'air extérieur qui presse pour la faire entrer; c'est encore ainsi qu'on explique l'attraction, ou succion d'une liqueur au travers d'un Tuyau, ce qui differe très-peu de l'effet de la Seringue; de même l'enfant qui tette à la mamelle de sa nourrice, en tire le lait par le moyen de la pression de l'air qui s'étend de tous côtés sur la mamelle, excepté sur la partie que l'enfant couvre de sa bouche; enfin c'est par la même raison, que l'air entre dans les poumons quand on respire; car à mesure que la la poitrine se dilatte, l'air entre dedans par le poids de l'Atmosphére; ce qui est si intelligible & si naturel, qu'il est étonnant que des Physiciens ayent été chercher l'horreur du vuide, & penser à des qualités occultes & autres causes chimériques.

On peut ainsi faire voir, que tous les autres effets qu'on avoit autrefois attribués à l'horreur du vuide, dépendent de la pression de l'air, c'est ce qui paroîtra évidemment à ceux qui ont quelques

principes d'Hydrostatique, & qui sont convaincus que l'air est pesant; ce que j'ai suffisamment prouvé, à ce que je crois, & que je confirmerai de plus en plus dans la suite.

Mais comme le poids de l'air n'est pas infini, & qu'il a ses bornes, aussi les effets qui en dépendent sont-ils limités; ainsi une Pompe ne peut pas élever l'eau à toute sorte de hauteur. Nous sçavons qu'une colomne d'eau de 34 pieds, fait équilibre avec la pression de l'Atmosphére; c'est donc la plus grande hauteur à laquelle l'air puisse élever l'eau dans une Pompe. Cependant quand il est un peu plus pesant qu'à l'ordinaire, l'eau monte un peu plus haut, mais rarement va-t'elle jusqu'à 36 pieds; de même l'eau ne s'éleve pas tout-à-fait à 34 pieds quand l'air est un peu plus leger qu'à l'ordinaire, mais elle est toujours au-dessus de 32.

Si le Phœnomene de la Pompe dépendoit de l'horreur du vuide, comme on le croyoit avant le temps de Galilée,

l'eau devroit monter continuellement : car pourquoi la nature ne conserveroit-elle pas son aversion pour le vuide au-delà de 32 pieds ? aussi ceux qui soutenoient ce sentiment, assuroient que l'eau pouvoit monter à toute sorte de hauteur. Mais Galilée ayant observé qu'il y avoit des bornes au-delà desquelles l'eau ne pouvoit s'élever davantage, il en prit occasion d'attaquer la doctrine de l'école sur l'horreur du vuide, qui commença dès-lors à devenir très-suspecte, & à sa place il substitua heureusement la pesanteur de l'air ; ce n'étoit encore qu'une hypothese, puisqu'elle n'étoit pas confirmée par les Expériences qu'imagina quelques temps après son disciple *Toricelli*, & les autres Physiciens qui l'ont suivi, particuliérement notre illustre M. *Boyle*.

Ce qui a été dit des Pompes, doit aussi s'entendre du Syphon. On a cru d'abord qu'on pourroit conduire l'eau sur les plus hautes montagnes, par le moyen de cet instrument, si le lieu dans lequel elle se déchargeoit, étoit plus bas que

le réservoir ; mais nous sommes à présent assurés du contraire par des Expériences réïtérées : l'eau ne s'éleve pas plus dans le Syphon, que dans les Pompes, c'est-à-dire au-dessus de 34 pieds, puisque la pression de l'air produit ces deux effets.

Comme l'adhérence des Marbres polis vient aussi de la pression de l'air, la force nécessaire pour les séparer, a les mêmes limites, voici comme on les calcule. Puisque la force nécessaire pour les séparer est au moins égale à celle qui les unit, c'est-à-dire à la pression de l'air, & que cette pression est égale, au poids d'une colomne de vif-argent de même base, & d'environ 29½ pouces de haut, il suit que la force nécessaire pour séparer les Marbres polis, doit être au moins égale au poids d'un cylindre de vif-argent de 29½ pouces de hauteur, & qui auroit la surface d'un des Marbres pour base.

Sur ces principes, je trouve que la force nécessaire pour séparer les nôtres, est égale à un quintal ¾, & celle qui est ca-

pable de ſéparer ceux de cuivre qui ſont plus petits, eſt égale à peu près à 73 liv. en ſuppoſant qu'ils ſont bien polis, & ſi bien appliqués l'un à l'autre, que rien ne puiſſe pénétrer entre deux : mais comme ils n'ont jamais cette perfection, une moindre force eſt capable de les déſunir.

ONZIE'ME LEÇON.

Phænomenes des Tuyaux Capillaires, Glaces Planes, & autres ſemblables. Examen de la figure qu'affectent les ſuperficies des Fluides dans pluſieurs circonſtances.

NOUS voici arrivés à une matiere remplie de difficultés, & que pluſieurs Philoſophes modernes ont envain tenté d'expliquer. Pour rendre raiſon de ces Phœnomenes ſi extraordinaires, ils ont imaginé pluſieurs hypotheſes, qu'ils auroient reconnu pour de pures fictions, inſuffiſantes en bien des cas, s'ils s'étoient donné la peine de les examiner avec attention.

Presque tous ont cru que la pression inégale de l'air sur la liqueur du Tuyau, & sur celle du vaisseau dans lequel on le plonge, est la cause de son élévation dans le Tuyau ; car, disoient-ils, si la pression de l'air sur la liqueur qui est dans le Tuyau, est moindre que celle qui est dans le vaisseau, la liqueur doit s'élever jusqu'à ce que son propre poids, joint à celui de la colomne d'air qui est au-dessus, & qu'on suppose affoiblie, soit égale à la pression de l'Atmosphére qui agit librement sur le vaisseau, & que rien n'empêche. Quoi qu'ils soient tous d'accord en ce point, sçavoir qu'il y a une moindre pression de l'air sur la liqueur du Tuyau, que sur celle du vaisseau, cependant ils attribuent cette inégalité à des causes bien différentes.

Quelques-uns ont recours à la grandeur des particules d'air, & de la liqueur; d'autres ont cru seulement qu'il y avoit un Cone d'air renversé, dont la pointe étoit à la surface de la liqueur & la base à son orifice, & que ce Cone pressoit par

sa pointe la surface qui lui étoit contiguë;

Le Dr *Hook* suppose qu'il se perd dans le Tube une partie de la pression de l'air, par le frottement qu'il croit devoir nécessairement arriver. Enfin il y a encore beaucoup d'autres opinions qui ne valent pas la peine d'être relevées; j'aime mieux m'attacher à découvrir, si je peux, la vérité, qu'à compter les imaginations & les rêveries de ceux qui me paroissent s'être trompé.

L'hypothese du Dr *Hook* à certainement la plus grande apparence de probabilité; c'est aussi ce qui l'a fait recevoir avec tant d'applaudissemens: elle peut donc valoir la peine d'être examinée. Il tâche de prouver cette inégalité de pression par le moins d'*Affinité*, qu'il dit y avoir entre l'air & le verre, qu'entre le verre & l'eau: par *Affinité*, il entend la propriété qu'ont les particules d'un Fluide de s'unir entr'elles, ou a certains Corps préférablement à d'autres; & par *Mes-affinité*, il entend le peu de disposition qu'ont deux Corps à s'unir ensem-

ble, ainsi sans parler de plusieurs esprits ou huiles chymiques, qu'on mêleroit difficilement, ou peut-être point du tout: nous pouvons observer tous les jours, des gouttes de pluies qui traversent l'air sans s'y mêler, & des bulles d'air qui sont quelquefois entraînées sous l'eau, ou bien des gouttes d'huile d'olive qui nagent sur sa surface. Nous n'avons pas besoin de chercher d'autres preuves de la *Mes-affinité* des liquides.

Il y a long-temps qu'on connoît ces deux qualités d'*Affinité* & de *Mes-affinité* des liquides, avec plusieurs especes de Corps solides, sous le nom, de *sécheresse* & d'*humidité*, quoi que ces deux derniers noms ne soient pas à mon avis assez généraux, ne servant communément, qu'à signifier l'adhérence, ou la non-adhérence de l'eau aux Corps solides. Ainsi nous pouvons observer que l'eau mouille plus facilement certains bois que d'autres; qu'en faisant tomber quelques gouttes d'eau, sur une plume, une feuille de chou, &c. en un mot, sur quelque surface

face poudreuſe, réſineuſe, onctueuſe, elle ne s'arrête pas ſur ces ſurfaces, mais roule plutôt deſſus, comme ſi c'étoit une boule ſolide; au lieu que s'il en tombe une goutte ſur du linge, du papier, de la terre glaiſe, du bois verd, &c. elle s'imbibe auſſi-tôt dans ces Corps: de même le vif-argent qui s'attache difficilement aux matieres vegetales, s'attache aiſément, s'unit, s'incorpore avec les ſubſtances purement métalliques.

La cauſe qu'il donne de cette *Affinité* & *Més-affinité* des Corps, eſt que tous les Fluides ont un mouvement de vibration, occaſioné par la chaleur; par ces ſecouſſes, les parties des Corps étant dégagées les unes des autres, ſont aiſément miſes en mouvement, & deviennent Fluides. Si on mêle dans un grand plat, pluſieurs eſpeces de ſables, & qu'on les remuë en tout ſens, nous verrons que par une violente agitation le ſable fin ſe ſéparera des petites pierres, & des autres Corps groſſiers qui ſe ramaſſeront dans un tas; & s'il y a parmi, d'autres Corps

d'une nature différente, ils se sépareront aussi d'eux-mêmes dans un autre endroit. De même le Dr *Hook* suppose que les vibrations causées par la chaleur, agitent les petites parties de matiere, & que celles qui sont de la même grosseur, figure, & du même tissu, doivent s'arrêter ou se mouvoir ensemble; celles, au contraire, qui sont d'une espece différente, doivent se séparer des autres, au bout d'un certain temps. Ce qu'il dit des Fluides, il l'applique aussi aux solides, ausquels il donne un pareil mouvement de vibration. Telle est son explication d'*Affinité* & de *Més-affinité*.

Si donc nous accordons, comme nous le pouvons sans peine, que l'eau a plus d'*Affinité* avec le verre, que n'en a l'air, il s'ensuivra que l'eau entrera plus aisément que l'air, dans la cavité d'un Tuyau capillaire. Il rend la chose plus intelligible par la comparaison d'un ressort circulaire, il faut, dit-il, une pression extraordinaire sur deux points diamétralement opposés pour le réduire dans une

forme ovale, & le faire entrer dans un trou d'un moindre diamétre ; de même pour changer la Figure sphérique des molecules d'air, pour qu'elles puissent entrer dans le Tube de verre, avec qui elles ont de la *Més-affinité*, il faut qu'elles soient plus pressées par deux points diamétralement opposé, & réduites en ovale, & pour entrer dans un trou de moindre diamétre, il faut une plus grande pression contre tous les autres côtés, ce que l'Expérience confirme ; d'où il conclut que cette partie de la pression de l'Atmosphére étant ôtée, & employée à faire entrer l'air dans la cavité étroite du Tuyau capillaire, le reste a moins de force pour empêcher l'élévation de l'eau que cause la pression libre, & non interrompuë de la colomne extérieure, sur l'eau du vase ; & comme cette diminution de pression est plus considérable dans un Tuyau plus capillaire, la résistance de la colomne d'eau en deviendra moindre, & la liqueur montera plus haut.

C'est ainsi que le Dr *Hook* explique

ces Phœnomenes ; on peut en apprendre davantage, en lisant le Chapitre 6. de son excellente *Micrographie*. Elle paroît d'abord très-satisfaisante, & c'est ce qui lui a acquis un grand nombre de défenseurs ; cependant je ne sçaurois me résoudre à adopter cette opinion, & ce qui m'en empêche, c'est que j'ai trouvé par Expérience, & bien d'autres l'avoient trouvé avant moi, que les liqueurs ne montent ni plus ni moins dans les Tuyaux capillaires, sous le récipient de la machine Pneumatique. Or si la différence des pressions de l'air sur la surface de la liqueur dans le Tuyau, & sur celle du vaisseau, étoit la véritable cause de cette élévation, on seroit bien embarrassé d'expliquer pourquoi la même élévation arrive dans le vuide, puisqu'alors l'air ne presse ni sur la liqueur du vaisseau, ni sur celle du Tube.

On pourroit répondre, que nous ne vuidons jamais exactement l'air du récipient, & que malgré tous nos efforts il en reste toujours une quantité suffisante,

pour produire cet effet ; examinons donc si cette quantité qui demeure malgré tous nos efforts, est effectivement suffisante. Il est raisonnable de croire, que comme la quantité d'air qui étoit sous le récipient est diminuée, la pression de l'air tant sur la liqueur du vase, que sur celle du Tuyau, doit diminuer à proportion, & par conséquent leurs différences doivent aussi diminuer.

Si donc cette différence est la cause de l'élevation de la liqueur dans le Tuyau, comme le prétendent ceux qui tiennent encore au sentiment du D[r] *Hook*, puisqu'elle diminuë à mesure qu'on pompe l'air, l'élévation doit aussi diminuer, ce qui n'arrive pas ; donc cette différence n'est pas la cause de l'élévation : si on conteste contre toute raison, que cette différence des deux pressions ne doit pas diminuer à mesure, qu'on vuide l'air du récipient, on peut aisément démontrer que cela doit être, & même que la pression de tout l'air qui reste dans le récipient, quand on a bien pompé, n'est pas

capable de soutenir la liqueur dans le Tube à la hauteur à laquelle elle monte, si le Tuyau est bien étroit, ni par conséquent cette différence, à moins qu'on ne puisse prouver, que la partie est plus grande que le tout.

L'Expérience des Tuyaux capillaires dans le vuide, nous authorise donc à nous méfier de cette inégalité de pression, qu'on prétend être la cause de l'élévation des liqueurs, elle nous fait voir même qu'il n'y a point d'inégalité dans les pressions, car s'il y en avoit, la différence s'en feroit appercevoir, puisqu'en se joignant à la cause qui éleve l'eau dans les Tuyaux capillaires (quelle qu'elle soit,) elle feroit élever l'eau plus haut dans l'air libre, que dans le vuide.

Mais je ne sçaurois me dispenser de faire voir encore *à priori*, que cette inégalité de pression ne sçauroit avoir lieu, malgré la force considérable qu'on dit être nécessaire pour faire entrer l'air dans ce Tuyau. La partie de l'Atmosphére qui est au-dessus du Tuyau, y pousse l'air de

haut en bas, & d'un autre côté la liqueur du Tuyau le repousse de bas en haut; or ces deux forces doivent être nécessairement en équilibre, autrement l'air enfermé dans ce Tuyau, resteroit plus haut ou plus bas, jusqu'à ce qu'enfin il eut gagné ce point d'équilibre; concluons donc que la force avec laquelle la liqueur repousse l'air, est égale au poids de la partie de l'Atmosphére qui est au-dessus, & par conséquent que cette liqueur est déterminée en bas, par l'air qui lui est contigu, avec une force équivalente au poids de cette même partie de l'Atmosphére; car si elle étoit poussée en bas, par une force moindre que celle qu'elle a pour s'élever, elle monteroit encore plus haut. Chaque égale partie de la surface de la liqueur dans laquelle on plonge le Tuyau, est aussi pressée par le poids d'une égale partie de l'Atmosphére; la liqueur contenuë dans le Tube, est donc exposée à une pression égale à celle de la liqueur du vaisseau. J'ai par conséquent prouvé doublement, que l'inégalité des pressions de

l'air n'eſt pas la cauſe de l'élévation de la liqueur dans les Tuyaux capillaires.

On pourroit encore ajoûter, que la difficulté que trouve l'air à s'introduire dans un canal auſſi étroit, que celui d'un Tuyau capillaire, eſt ſi peu la cauſe de cette élévation, qu'elle ſeroit plutôt capable de l'empêcher que d'y contribuer.

Le Dr *Hook*, auroit pû, à la vérité, expliquer avec quelque vraiſemblance, pourquoi la liqueur une fois élevée ne retombe pas : mais l'élévation naturelle de la liqueur détruit manifeſtement ſon ſentiment ; car la difficulté que l'air trouve à paſſer par la cavité du Tuyau pour ſortir par ſon orifice, quand il en eſt chaſſé par la liqueur qui s'éleve, devroit apporter plus de réſiſtence à cette élévation dans un Tuyau capillaire, que dans un autre beaucoup plus large, dans lequel le poids de l'Atmoſphére agiroit pleinement.

Je ne veux pas m'arrêter ici à examiner ſi on pourroit admettre ſon hypotheſe des *Affinités* & *Més-affinités* ; j'avouë que je ne vois point la néceſſité de ſuppoſer

les particules des Corps, tant ſolides que Fluides, dans un mouvement de vibration continuel, plutôt que dans tout autre mouvement. Il peut bien arriver, à la vérité, que par les mouvemens accidentels de l'air, les parties des Fluides puiſſent rarement reſter en repos : mais qu'un mouvement perpetuel & inteſtin, ſoit eſſentiel aux Fluides, c'eſt ce qui n'a pas encore été démontré, que je ſçache, quoi que bien des gens ſe ſoient efforcés de le faire.

Je viens de vous faire voir qu'on n'a pas connu la véritable cauſe des effets des Tuyaux capillaires : voyons maintenant ſi nous ne pourrons pas la découvrir. C'eſt une obſervation très-commune, qu'une goutte d'eau s'attache intimement à la ſurface d'un morceau de verre & d'une infinité d'autres Corps, & qu'elle y reſte ſuſpenduë, même après qu'on a renverſé cette ſurface, malgré ſon propre poids qui fait continuellement effort pour l'en ſéparer ; or puiſque cet effort eſt anéanti par quelque cauſe, nous

ne devons pas avoir de ſcrupule de l'attribuer à l'attraction mutuelle de l'eau & du verre. Il eſt évident que l'*Affinité* dans le ſens du Dr *Hook* n'eſt pas ſuffiſante, pour empêcher la goutte de tomber par ſon propre poids, il faut quelque choſe de plus qu'une ſimple *Affinité* pour ſurmonter cette force; ce que j'appelle *Attraction*, chacun peut lui donner, s'il le juge à propos, un autre nom; je n'entens autre choſe, par ce mot d'*Attraction*, qu'une puiſſance (quelle qu'elle ſoit) en vertu de laquelle les Corps tendent à s'unir les uns aux autres.

On attribuë communément cette adhérence de l'eau au verre, à la preſſion de l'Atmoſphére; nous avons bien vû que cette preſſion eſt capable de retenir les Marbres polis, & qu'il a fallu une force conſidérable pour les ſéparer; mais auparavant il a fallu chaſſer l'air d'entre ces deux ſurfaces polies. Or le verre attire une goutte d'eau, ſitôt qu'il la touche par ſa partie ſupérieure, quoiqu'il y ait de l'air intercepté entre deux immédiatement au

moment de l'attraction ; ce qui nous fait donc voir, que le cas est très-différent de celui des Marbres polis ; nous pouvons aussi nous convaincre par le moyen de la machine Pneumatique, que cette adhérence ne vient pas de la pression de l'air, puisque le même effet arrive sous le récipient quand l'air en est pompé.

Il est donc certain (quelle qu'en soit la cause, que je ne prétens pas déterminer,) qu'il y a une attraction entre l'eau & le verre, comme aussi entre le verre & plusieurs autres liqueurs : & comme nous voyons plusieurs Corps s'attirer, nous en voyons aussi d'autres se repousser ; c'est ainsi que nous avons vû les particules d'air s'éloigner les unes des autres, avec une force réciproquement proportionnelle à leurs distances, & composer un Fluide élastique, dont la densité est toujours comme la force qui le comprime ; de même il est très-vraisemblable, que l'air tend à s'éloigner de plusieurs Corps solides, & que plusieurs autres Corps, tant solides que Fluides, paroissent se re-

pousser les uns les autres, & c'est sans doute ce que le D[r] *Hook* a entendu par *Més-affinité*.

On peut voir des exemples de cette répulsion dans la question 31. de l'Optique de M. *Newton*, que je me dispenserai de rapporter. Ceux qui liront cet excellent Ouvrage, trouveront à ce que je crois, dans ce petit nombre de pages, plus de bonne Physique, que dans tous les volumes qu'on a publiés jusqu'ici.

Mais pour revenir à notre goutte d'eau, vous remarquerez que la force attractive, dont je viens de vous parler, n'est pas infinie; car si la goutte est trop grosse, elle tombera, la force de son poids qui tend à la séparer, étant alors plus grande que la force attractive qui la retient. Quand la partie de la surface du verre qui touche la goutte est plus large, elle en supporte une plus grosse, car une plus grande surface a plus de vertu attractive.

Il est aisé d'appliquer ce que je viens de dire d'une surface plane, à la surface concave d'un Tuyau capillaire : on voit

très-évidemment, que celle-ci ne doit attirer comme l'autre qu'une quantité déterminée de liqueur: ici la surface attirante entoure la goutte de tous côtés, ce qui lui donne plus d'avantage pour la soutenir ; or à mesure que le diamétre du Tuyau diminuë, cet avantage augmente; car on sçait que les surfaces des Cylindres ont une proportion d'autant plus grande à leur capacité, que leurs diamétres décroissent davantage, puisque les surfaces décroissent seulement comme les diamétres, tandis que les capacités décroissent en raison doublée de ces mêmes diamétres; d'où il arrive que l'eau est d'autant plus élevée que le diamétre du Tube est plus petit, ou qu'il est plus Capillaire; ce que je voulois principalement expliquer. Il suit évidemment de ces principes, que l'effet doit être le même dans le vuide, que dans l'air libre; que quand on retire le Tuyau du vaisseau dans lequel il plonge, il doit y rester la même quantité de liqueur. Enfin, que si on ap-

plique à l'orifice de ce Tuyau, quand on l'a ainsi retiré du vaisseau, un morceau de verre qui touche la liqueur, elle descendra aussi-tôt par l'attraction de ce nouveau morceau de verre.

On peut encore expliquer par les mêmes principes, les Phœnomenes des Syphons capillaires, la liqueur monte au haut de la courbure par l'attraction, & redescend ensuite par son propre poids le long de l'autre branche; il seroit ennuyeux de descendre dans un détail plus particulier des autres Phœnomenes, l'application de ce que je viens de dire, est si aisée à faire, qu'il est impossible de s'y tromper.

La raison des différentes Figures qu'affectent les surfaces des liquides, est très-naturelle, & dépend des mêmes principes; l'eau affecte une surface concave dans les Tuyaux de verre, parce que les parties de cette surface qui sont proche les côtés du Tube, sont attirées par le verre: & le vif-argent affecte une surface

connexe, parce qu'il eſt repouſſé par le verre. (*a*) Cette répulſion eſt auſſi la cauſe de ce que le mercure ne monte pas juſqu'au niveau, dans les Tuyaux capillaires, au lieu que l'eau s'éleve plus haut.

Si on met deux liqueurs dans un même Tuyau, & que toutes deux ſoient également attirées ſur les côtés du Tube, leur commune ſurface ſera un plan. Si une de ces liqueurs eſt plus attirée que l'autre, elle aura une ſurface concave, & par conſéquent celle qui le ſera moins l'aura convexe; ainſi une liqueur dont la ſurface eſt concave, quand elle eſt expoſée à l'air, en prend une convexe quand elle eſt dans un Tube, avec une autre liqueur qui eſt plus fortement attirée par le verre.

Il n'eſt pas difficile de concevoir que les Expériences que nous avons faites ſur le mouvement des Corps flottans,

(*a*) Cette répulſion n'eſt pas réelle, mais ſeulement apparente; car le Docteur *Jurin* a démontré que le verre attire les particules du vif-argent, mais moins vivement qu'elles ne s'attirent entr'elles; & ſur ce principe il a expliqué clairement les Phœnomenes du vif-argent dans les Tuyaux capillaires, & des glaces planes. *Voyez l'Appendix.*

dépendent d'une pareille cauſe ; ceux qui voudront s'inſtruire davantage ſur ces ſortes de matieres, pourront lire le Livre du mouvement des Eaux de M. *Mariotte*, ou le 4e Livre de la Philoſophie du College de Bourgogne, par M. *Duhamel*.

Nous pouvons aiſément comprendre, par ce qui a été dit de l'élévation des liqueurs dans les Tuyaux capillaires, comment ſe font les filtrations de toute ſorte, pourquoi ſi on emplit un Tube de ſable ou de cendres bien criblées & bien preſſées, & qu'on en plonge un des bouts dans l'eau, le ſable ou les cendres attireront l'eau, & l'éleveront à une hauteur conſidérable au-deſſus du niveau de celle qui eſt dans le vaiſſeau ; * de même ſi

* On a rempli de cendres paſſées au tamis, & bien preſſées, un Tuyau de verre d'environ 4 pieds de long & d'un pouce de diamétre ; on a plongé dans l'eau une de ſes extrêmités, elle s'eſt élevée rapidement d'abord, & ſe ralentiſſant peu à peu, elle étoit au bout de quelques ſemaines à 40 pouces au-deſſus du niveau de l'eau du vaſe.

On peut voir une Expérience ſemblable de M. *Hales*, ſur la force avec laquelle les cendres & le *nimium* attirent l'eau *ſtatique des Veget. trad. par M. de Buffon.*

on

on mouille un morceau de papier, une éponge, une mie de pain, un morceau de ſucre, un fil, & bien d'autres ſubſtances par une de leurs extrêmités, l'humidité ſe communiquera dans toute leur étenduë par la force de l'attraction.

C'eſt encore la cauſe de l'élévation de l'eſprit de vin, de l'huile, de la cire, & du ſuif dans la méche des lampes ou des chandelles ; & il eſt très-raiſonnable de croire que c'eſt auſſi la cauſe de l'élévation de la ſéve dans les plantes, des différentes ſecretions dans les glandes des animaux, & de pluſieurs autres effets qu'on peut bien imaginer.

DOUZIE'ME LEÇON.

Deſcription de la machine Pneumatique, & de la Pompe à condenſer, avec un détail abregé de leurs principales opérations.

APRE'S avoir établi ſur des Expériences convenables, les vérités fondamentales de l'Hydroſtatique, & vous

avoir fait connoître les principales propriétés des Fluides en général : nous sommes entrés dans un examen particulier de la nature & des propriétés de l'air. Comme ce Fluide a été créé par la Divine providence, pour servir d'une infinité de manieres, à ses vûës & à ses desseins, & que sa sagesse lui a donné une influence utile & générale sur tout le systême de la nature : nous nous sommes particuliérement attachés à le bien connoître, comme méritant tous nos soins, & notre attention la plus scrupuleuse.

Je vous ai prouvé, à ce que je crois, sans crainte de contradiction, au moins raisonnable, que ce subtil Elément n'a point de privilege capable de le soustraire à la Loi générale de la pesanteur, à laquelle il paroît (autant qu'on en peut juger par les Observations qu'on a faites jusqu'à présent,) que toute la matiere est également assujettie. C'est en vertu de cette pesanteur, & de sa fluidité, que l'air nous présente tous les Phœnomenes des Corps fluides & pesants, comme je vous

J'ai fait voir, en comparant ceux du Tube de *Toricelli*, des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, &c. avec les effets les plus ordinaires, & les moins surprenants des autres Fluides plus grossiers, tels que l'eau & le vif-argent.

Nous avons encore vû, que l'air a une vertu Elastique qui le fait tendre à acquérir de plus grandes dimensions, & à éloigner tous les obstacles qui l'environnent; que cet effort devient d'autant plus grand, que les bornes dans lesquelles il est resserré sont plus étroites, ou que ses parties sont plus rapprochées les unes des autres; & comme s'il devenoit plus jaloux de sa liberté à mesure qu'on le comprime, la force qu'il oppose pour défendre cette liberté, c'est-à-dire, sa force Elastique, est toujours proportionnelle à son rétrecissement ou à sa densité, comme l'Expérience nous l'a fait connoître.

Cette propriété nous a fourni une méthode pour déterminer sa raréfaction à toute sorte de distances de la surface de la Terre. Vous pouvez vous ressouvenir

que j'ai démontré, que quand sa hauteur croissoit par des intervalles égaux, c'est-à-dire en progression Arithmétique, ses degrés de rareté augmentoient en progression Geométrique.

Ces affections de l'air, & d'autres dont je ne parle pas ici, on vous les a démontrées dans la semaine précedente; mais les preuves dont nous nous sommes servis, quoiqu'elles ayent paru plausibles & convaincantes, à ceux qui sont capables de leur donner une attention particuliere & exempte de prévention, sont cependant de nature à pouvoir donner lieu à bien des petites chicanes, & à des Objections, de la part de cette sorte de Philosophes que les préjugés, dont ils sont esclaves, excitent toujours à contrarier.

D'ailleurs les conséquences éloignées, tirées d'une longue suite de raisonnemens, font des impressions bien plus legeres, que celles qui sont occasionnées par des objets qui frappent immédiatement nos organes: particuliérement sur l'esprit des gens qui ne sont point accoutumés aux

speculations abstraites, mais qui se laissent persuader par les motifs les plus legers, & les moins différents de ces idées vulgaires, qu'on est toujours prêt à se former sur les premieres apparences.

Nous allons traiter dorénavant un genre d'Expériences, qui ne sera pas sujet aux Objections dont je viens de vous parler ; elles entraînent avec elles, une entiere évidence, qui fait qu'elles suffisent pour nous satisfaire entiérement sans le secours de cette chaîne de conséquences. C'est pourquoi je ne perdrai plus ni mon temps, ni ma peine en longs raisonnemens & en discussions déformais inutiles. Je me dispenserai dans les Leçons qui me restent à faire, de vous parler de bien des choses, quand la matiere aura déja été traitée précedemment, qu'elle sera d'elle - même si évidente qu'elle n'aura pas besoin d'être éclaircie, ou bien, (& ce qui m'arrivera quelquefois) quand je désespererai moi-même de connoître la véritable cause des Phœnomenes dont il s'agira ; je ne m'arrêterai point

alors à chercher des détours, ni à vous amuser par des conjectures vraisemblables, non plus que par des hypotheses joliement imaginées.

Il n'y a pas longtemps que cette méthode étoit encore très-suivie, mais nous l'avons heureusement vû céder à une maniere de philosopher, plus sûre & plus certaine. Il n'est pas difficile à des gens d'esprit, & qui en ont tout le loisir, d'imaginer des Principes de Physique capables d'expliquer quelques Phœnomenes particuliers. Mais les Theories qu'ils ont ainsi enfantées, doivent être toujours regardées comme des Romans Philosophiques, comme des fictions ingénieuses, ou bien comme les fruits d'une imagination féconde, jusqu'à ce qu'on puisse démontrer la vérité & l'existence de ces principes, & ôter lieu à toute dispute par de bonnes & solides Expériences. Mais si on ne sçauroit y réussir, le meilleur moyen d'éviter toute erreur & de se mettre à l'abri des préjugés, c'est d'attendre que quelque Observation nous apporte

les éclairciſſemens néceſſaires.

L'eſprit de l'homme cherche naturellement à ſe ſatisfaire, il veut ſaiſir quelque objet, & auquel il puiſſe ſe fixer; il eſt inquiet, quand il ſe croit obligé d'errer longtemps dans les doutes, c'eſt ce qui le détermine à ſe laiſſer aller ſi volontiers à l'apparence de quelque belle hypotheſe, plutôt que de continuer à reſter dans ce qu'il s'imagine être le comble de l'incertitude. Mais outre que ces conſéquences précipitées & mal établies, marquent une petiteſſe & une legereté d'eſprit: en courant après l'ombre avec tant d'empreſſement, on perd aſſez ordinairement la ſubſtance. En effet, rien n'apporte tant d'obſtacle à l'établiſſement d'une vérité qu'on nous propoſe, que ces phantômes favoris dont nous nous repaiſſons l'imagination, & que l'habitude nous fait prendre à la fin pour des réalités.

C'eſt ainſi, que quand la Philoſophie de Deſcartes a commencé à paroître, l'exiſtence de la matiere ſubtile, a été regardée comme une choſe indubitable.

Ses exploits merveilleux & ses opérations admirables, ont pour ainsi dire, envenimé les esprits, & les ont jetté comme dans une espece de Manie ; jusques-là, qu'on a regardé quelques tentatives qu'on a faites pour la réfuter, comme d'une dangereuse conséquence, & tendantes à renverser les plus solides fondemens de la Physique. Nous avons vû jusqu'à *Huyghens*, ce grand Philosophe, qui a manqué les plus belles découvertes par l'affection qu'il portoit à ce principe ; principe qui par je ne sçai quelle subtilité, a pû facilement s'appliquer à la solution des difficultés les plus embarrassantes. On auroit pû raisonnablemnt s'attendre, que quand ce grand homme, qui paroît avoir été d'un caractere simple & ingenu, après la lecture du Livre des Principes de M. *Newton*, & avoir vû l'heureuse application que cet Excellent Auteur en fait, pour expliquer les mouvemens celestes, & démontrer pleinement l'insuffisance des tourbillons ; on auroit pû, dis-je, s'attendre qu'après tou-

tés ces lumieres, il n'auroit point dû avoir de répugnance à changer de sentiment ; cependant malgré la satisfaction & l'extrême plaisir qu'il témoigne avoir pris, à lire cet Ouvrage admirable, qu'il regarde comme le plus grand effort que puisse faire l'esprit humain ; nous voyons qu'il n'a jamais pû se résoudre à se défaire de ses principes pour en adopter de meilleurs, ni abandonner une hypothese chérie qu'il avoit tant travaillée, & à laquelle il étoit accoutumé depuis si longtemps.

Tel est l'empire des préjugés ! quand une ancienne & mauvaise opinion s'est une fois emparée des esprits, elle obscurcit longtemps l'évidence d'une vérité nouvelle, même bien démontrée. Pour moi je crois qu'il est bien plus sage d'avoüer son ignorance, quand la vérité n'est pas encore découverte, que de feindre une vaine habileté, qui ne peut que nous empêcher d'y arriver.

Mais pour en revenir à ce qui nous assemble aujourd'hui, les instruments que

nous allons considérer à présent, & dont nous aurons le plus à faire dans tout le reste de notre cours d'Expériences, sont la machine Pneumatique ou de *Boyle*, & la Pompe à condenser. Ces instruments nous servirons à faire un grand nombre d'Expériences, sur les effets de l'air dans tous ses états différents, sçavoir depuis le plus grand degré de densité, que nous soyons capable de lui donner, jusqu'à une raréfaction presque infinie.

La Pompe à condenser est un instrument si naturel, qu'il étoit presqu'impossible, qu'il échappât à la curiosité de ces derniers temps; il y a si longtemps qu'il est en usage, que je ne prétens pas déterminer son origine. La machine Pneumatique, fut inventée quelques temps avant l'année 1654. par *Otto de Guericke*, Consul de Magdebourg, qui la mit le premier en usage. On trouve que cet Excellent homme étant cette année-là employé dans quelque négociation publique à la Diette de Ratisbonne, y fit voir sa machine à l'Empereur & à quelques au-

tres Princes de l'Empire, entr'autres à l'Archevêque de Mayence; ce Prélat fut si charmé de l'invention de cet instrument & des Expériences curieuses qui furent faites en sa présence, qu'il eut aussi-tôt envie d'en avoir une semblable, pour faire lui-même de pareilles Expériences, mais le peu de séjour qu'il fit à Ratisbonne, & le défaut d'un Ouvrier assez habile, firent qu'il ne satisfit pas cet envie. Cependant il engagea *Otto de Guericke* à venir chez lui, & à faire apporter sa Machine en son Palais de Wurtzbourg; c'est-là que le sçavant & industrieux Pere *Schott* Jesuite, qui professoit les Mathematiques dans cette Université, & plusieurs autres Sçavans, la virent pour la premiere fois. L'Archevêque prenoit plaisir à leur donner lui-même l'explication de la Machine, & le détail des Expériences que l'Auteur avoit faites à Ratisbonne; elles furent répetées plusieurs fois en sa présence, & ils en faisoient tous les jours de nouvelles.

Le bruit de ces premieres Expériences

ſe répandit auſſi-tôt par les grandes correſpondances que le Pere *Schott* entretenoit avec tous les Sçavans de l'Europe: mais cela ſe fit encore mieux l'an 1657. quand il publia ſon Livre, intitulé : *Mechanica hydraulico - Pneumatica*, auquel comme dans un Appendix, il a ajoûté un détail circonſtancié des *Expériences de Magdebourg* (c'eſt ainſi qu'on les appelloit.) En 1664. il publia ſa *Technica curioſa*, dans laquelle on trouve les Expériences nouvelles, qu'on avoit faites depuis l'impreſſion de ſon premier Ouvrage. Enfin, le fameux *Otto de Guericke* s'eſt déterminé à donner lui-même un recueil complet de ſes Expériences, dans un Livre qu'il intitula : *Experimenta nova Magdeburgica de vacuo ſpátio.* Ceux qui ſont curieux d'examiner particulierement la conſtruction de ces premieres Machines, & d'obſerver les différents degrés de perfection qu'elle a acquiſe ſucceſſivement, peuvent ſe ſatisfaire par la lecture du Livre d'*Otto de Guericke.*

Mais il eſt temps de parler de ce qui a

été fait dans notre patrie par l'Excellent M. *Boyle*; & j'ai peur qu'on ne m'accuse de lui faire injure, en attribuant l'invention de cette Machine à un Etranger.

La machine Pneumatique a été si généralement connuë sous le nom de *Machine de Boyle*, ou *vuide de Boyle*, que cela a fait croire à bien des gens, qu'on en devoit l'invention à ce fameux Philosophe Anglois; pour moi je pense que la Machine & l'espace vuide, doivent avec justice porter le nom de M. *Boyle*, puisque, quelqu'en ait été l'inventeur, il y a eu certainement la plus grande part, tant pour l'avoir beaucoup perfectionnée, que pour l'avoir appliquée le premier, à des choses utiles & surprenantes; d'ailleurs, tout le monde est d'accord que la réputation des Expériences faites en Angleterre, a en quelque sorte effacé celles de Magdebourg.

Quand à l'invention de l'instrument, il avouë ingénument qu'il n'en a pas la gloire, dans une lettre écrite deux ans après la publication du Livre du Pere

Schott, à Milord de *Dungarvan* son neveu, qui étoit alors à Paris. Je ne sçaurois me dispenser de vous rapporter les termes de cette lettre, afin que vous soyez mieux en état de juger du progrès de ces premieres tentatives.

„ Je devrois vous détailler à présent „ l'histoire de mes nouvelles Expériences, mais j'aime trop cette belle pensée de Pline le Naturaliste. *Benignum „ est, & plenum ingenui pudoris, fateri per „ quos profeceris*, pour ne pas vous infor„ mer de ce que j'ai appris sur la Machine „ dont il s'agit.

„ Vous pouvez vous rappeller, que „ quelques temps avant que de vous quit„ ter, je vous entretins d'un certain Livre „ publié par le Pere *Schott*, dont j'avois „ entendu parler, mais que je n'avois „ pas encore lû : il étoit rapporté fort au „ long dans ce Livre, comment l'ingé„ nieux *Otto de Guericke*, Consul de Mag„ debourg, avoit trouvé, en Allema„ gne, le moyen de vuider un vaisseau de „ verre, en pompant l'air par l'orifice du

vaisseau qui étoit dans l'eau ; vous pou- "
vez aussi vous ressouvenir, que je mar- "
quai beaucoup de plaisir à la nouvelle "
de cette découverte, puisqu'on pou- "
voit faire voir par-là, mieux que par "
toute autre Expérience l'effort que fait "
l'Atmosphére, tant pour entrer dans "
un vaisseau vuide, que pour élever "
l'eau par sa pression ; & quoiqu'il puis- "
se paroître par quelques écrits que je "
vous avois montrés, que j'avois déja "
eu dessein de faire quelque chose de "
semblable ; cependant quand j'ai consi- "
deré qu'*Otto de Guericke* m'avoit pré- "
venu, je me suis crû obligé de recon- "
noître les secours & les lumieres que "
j'ai tiré de ces nouvelles Expériences. "

Mais comme il y a peu d'inventions "
assez parfaites dans leur origine pour "
n'être pas sujettes à quelques défauts ; "
quand j'ai consideré cette Machine "
avec attention, j'ai remarqué qu'elle en "
avoit deux considérables. Car premie- "
rement, la Pompe aspirante est si rude, "
que pour vuider entiérement l'air du "

„ récipient, il faut employer la force de „ deux hommes vigoureux pendant plu- „ sieurs heures : secondement, ce qui est „ un défaut essentiel, comme le récipient „ n'est qu'un globe de verre d'une seule „ piéce avec son goulot, on ne sçauroit „ y faire entrer bien des choses, ce *qui* „ nous prive d'un grand nombre d'Ex- „ périences & de Phœnomenes très-cu- „ rieux, ensorte qu'on n'en peut guère „ esperer d'autres, que ceux qui ont été „ observés par l'Auteur, & qui sont rap- „ portés par le Pere *Schott*.

„ Pour remedier à ces deux inconvé- „ niens, j'ai engagé M. *Hook* & M. *Gra- „ torix* à imaginer quelques Pompes, dif- „ férentes de celle de Magdebourg, & „ qu'il ne fallût point plonger sous l'eau, „ en un mot, qui fût plus aisée à manier : „ & après quelques tentatives inutiles pro- „ posées par différentes personnes, M. „ *Hook* m'ajusta une Pompe, dont je vais „ vous donner la description. „

Il paroît par cette lettre, que la pre- miere Machine dont s'est servi M. *Boyle*, est

est de l'invention de M. *Hook*; elle est certainement beaucoup plus parfaite, que celle que le Pere *Schott* a décrite dans sa *Mechanica-hydraulico-Pneumatica*. Cependant elle avoit encore plusieurs défauts, & n'étoit pas à beaucoup près aussi commode qu'on auroit pû la desirer, particuliérement en ce que l'on ne pouvoit se servir que d'un seul récipient, qui étant toujours fixé à la Machine, devoit être par conséquent très-grand pour servir commodément à toute sorte d'Expériences; or cette grande capacité du récipient, faisoit qu'il falloit un temps considerable pour le vuider, & c'étoit un inconvénient, qu'on ne pouvoit aisément éviter dans beaucoup d'Expériences qui demandoient une prompte évacuation; c'est ce qui engagea M. *Boyle*, après qu'il eut fait ses premieres Expériences, & qu'il les eût publiées dans un Ouvrage en forme de lettre adressée au Vicomte de *Dungarvan* son neveu, sous le titre: *Experimenta Physico mechanica, de vi aëris Elastica & ejus effectibus &c*; à chercher à

corriger cette Machine, avant que de suivre ses premieres idées. On peut voir la description de cette seconde machine Pneumatique, dans la premiere continuation de ses Expériences Physico méchaniques; elle n'a comme la premiere qu'un seul corps de Pompe, mais il est appliqué de façon, qu'il plonge dans l'eau de tous côtés, ce qui empêche le retour de l'air; les récipients qui sont de différentes figures & grandeurs, posent sur une platine de fer sur laquelle ils sont fixés par le moyen d'un ciment mol, ainsi on en peut changer autant de fois qu'il est nécessaire. Il paroît qu'il n'avoit pas encore pensé à cet expédient si simple, de les fixer à la platine par le moyen d'un cuir mouillé.

Les Expériences rapportées dans la seconde continuation, ont été faites avec une Machine différente des deux premieres, elle est de l'invention de M. *Papin*, qui a beaucoup aidé M. *Boyle* dans toutes ses recherches; cette troisiéme Machine est beaucoup plus parfaite que

la précedente, son avantage consiste principalement en ces deux points. Premierement, au lieu que la derniere Machine n'avoit qu'un seul corps de Pompe & qu'un seul piston, celle-ci en a deux, aussi-bien que deux corps de Pompe; ces deux pistons qui se haussent & baissent alternativement, font une évacuation d'air continuelle & non interrompuë, effet qu'on ne pouvoit esperer avec un seul piston : car dans les autres on ne sçauroit se dispenser d'interrompre l'évacuation de l'air, tandis qu'on remonte le piston vers le fond de la Seringue; mais outre cet avantage de faire l'opération dans la moitié du temps qu'il faudroit employer si l'on n'avoit qu'un seul piston, la peine est aussi considérablement diminuée. Le grand inconvénient qu'on reprochoit aux Machines à un seul corps de Pompe, étoit la grande résistance que fait l'air extérieur sur le piston, quand on l'abaisse, résistance qui augmente à mesure que le récipient se vuide; car l'équilibre de l'air intérieur avec l'exté-

rieur, diminuë toujours de plus en plus; de sorte que si le corps de Pompe est d'un diamétre un peu considérable, la force d'un homme suffit à peine pour abaisser tant soit peu le piston; or cette résistance de l'air s'évanoüit entiérement, en employant deux pistons; ils sont ajustés de façon, que quand l'un monte l'autre descend : par conséquent la pression de l'air extérieur empêche autant l'un de monter, qu'elle aide l'autre à descendre : ainsi ces deux forces se détruisent mutuellement par des effets contraires. Je ne sçaurois mieux vous faire entendre ceci, que par la comparaison d'une balance; quand on place un poids dans l'un de ses bassins, on sent de la difficulté à mouvoir le fleau pour faire monter ce poids, & cette difficulté croit à mesure que le poids augmente. Mais si nous mettons un autre poids égal au premier, dans le bassin opposé de la balance, la difficulté à mouvoir le fleau s'évanoüira entiérement, quelque grands qu'on suppose les poids.

Un autre avantage de cette nouvelle Machine, ce sont les valvules : dans les deux autres, quand le piston étoit remonté tout au haut, on étoit obligé de tourner le robinet pour laisser passer l'air du récipient dans le corps de Pompe, & de le fermer quand on vouloit l'en faire sortir, d'ôter la cheville pour le laisser passer, & de répeter cette manœuvre à chaque coup de Pompe; or les valvules de la derniere Machine suppléent à ce bouchon & au robinet, & sont infiniment plus commodes.

Je ne vous entretiendrai pas plus longtemps des différentes Machines dont on s'est servi, ni de toutes celles dont j'ai vû les descriptions, je n'en ai pas remarqué d'aussi commode à tous égards, que celle dont je viens de parler, qui a été faite par l'excellent Ouvrier M. *Hauksbée*. Je ne sçaurois dire qu'elle est différente de la troisiéme de M. *Boyle*; les petits changemens qu'il y a faits la rendent plus commode, ce seroit temps perdu que de vous en faire la description, puisque

vous la voyez devant vos yeux; j'en prendrai succeſſivement les différentes parties, pour vous en expliquer l'uſage, auſſi-bien que celui de toute la Machine, ce que je vais faire le plus clairement & le plus ſuccinctemeut qu'il me ſera poſſible (*a*).

(*a*) L'Auteur finiſſoit la Leçon, par la démonſtration des parties de la machine Pneumatique.

TREIZIE'ME LEÇON.

Différents degrés de raréfaction de l'air dans la machine Pneumatique, & de condenſation dans la Pompe à condenſer.

DANS la derniere ſéance nous avons examiné les différentes parties qui compoſent la machine Pneumatique: je peux donc ſuppoſer, que vous en connoiſſez parfaitement la ſtructure & l'uſage, & que vous voyez en général les effets qu'elle peut produire; je dis en général, parce qu'il y a quelques effets particuliers dont il me reſte à vous entre-

ſenir, qui méritent votre attention, & qui ſerviront à vous former une juſte idée des Expériences que nous ferons par la ſuite. Je vais commencer par la machine Pneumatique, & vous faire voir juſqu'à quel point on peut raréfier l'air contenu dans le récipient.

Il paroît d'abord probable, qu'à chaque coup de Pompe il doit toujours ſortir une égale quantité d'air, & par conſéquent, qu'après un certain nombre de coups de Pompe, le récipient peut être entiérement évacué; car il faut qu'on m'accorde que le récipient, ſera entiérement vuide au bout d'un certain temps, ſi on évacuë à chaque coup de piſton une égale quantité d'air, quelque petites que ſoient ces quantités; ainſi ſi on fait ſortir à chaque coup de Pompe, ſeulement la milliéme partie de l'air qu'il y avoit d'abord dans le récipient, il eſt certain que l'évacuation totale ſera faite au bout de mille coups; cela peut, dis-je, paroître probable au premier abord, mais ſi nous y faiſons attention, nous

trouverons, qu'il en arrive bien différemment. Je vais vous prouver en premier lieu, que la quantité d'air qu'on fait sortir à chaque coup de Pompe, n'est pas constamment la même, mais va toujours en diminuant à mesure qu'on continuë de pomper : & qu'ainsi on ne peut jamais entiérement évacuer le récipient, quelque effort que l'on fasse, & quelque longtemps qu'on employe à pomper, même en supposant la Machine exempte de défauts, & dans la plus grande perfection qu'on la puisse desirer. C'est sans doute un paradoxe, qu'on puisse faire sortir du récipient à chaques coups de Pompe, une certaine quantité d'air, sans qu'on puisse jamais venir à bout de le vuider entiérement ; mais j'espere vous convaincre aisément de la vérité de ce que j'avance. Pour ne pas cependant trop rabaisser le mérite de notre Machine, j'ajouterai, que quoiqu'il soit impossible de faire un vuide parfait, cependant nous en pouvons approcher à l'infini. Par un vuide parfait, j'entens seulement un vui-

de d'air, & non pas un vuide abſolu de toute matiere. Car ſans parler des autres Corps qui peuvent ſe trouver dans un récipient vuide d'air; c'eſt un fait conſtant que les rayons de lumiere pénétrent, au travers. Pour démontrer toutes ces propoſitions, voici un principe que je vais d'abord poſer.

La quantité d'air qu'on fait ſortir du Récipient à chaque coup de Pompe, eſt à la quantité que contenoit le Récipient avant le coup, comme la capacité de la Pompe dans laquelle l'air paſſe en ſortant du Récipient, eſt à la ſomme des capacités du corps de la Pompe & du Récipient.

Vous pouvez vous rappeller que dans chaque corps de Pompe, il y a deux ſoupapes, dont l'inférieure eſt placée au fond, & la ſupérieure eſt fixée au piſton; or l'eſpace qui demeure vuide entre ces deux ſoupapes, quand le piſton eſt élevé auſſi haut qu'il peut aller, eſt ce que j'appelle *la capacité du corps de Pompe*; car le reſte de l'eſpace qui eſt au-deſſus du piſ-

ton & de la valvule ſupérieure, n'eſt d'aucun uſage pour vuider le Récipient, & par conſéquent ne doit être ici compté pour rien. De même par *la capacité du Récipient*, j'entens non-ſeulement l'eſpace compris ſous le Récipient, mais auſſi tous les petits eſpaces avec leſquels il communique, tels que ſont le Tuyau qui va juſqu'à la valvule inférieure, & celui de la jauge mercurielle, ces eſpaces ſurnuméraires ſont à la vérité très-petits; cependant pour plus grande exactitude, on doit les compter & les regarder comme parties du Récipient.

Maintenant, pour voir la vérité de ce principe, il faut obſerver, qu'en élevant le piſton & l'éloignant du fond de la Pompe, il doit ſe faire un vuide dans ce nouvel eſpace, mais ce vuide eſt prévenu par l'air qui s'y tranſporte du Récipient; cet air comme vous ſçavez fait effort de tous côtés pour ſe répandre, & occuper de plus grandes dimenſions: or il arrive de-là, qu'il ouvre la valvule inférieure, & paſſe dans la partie vuide du

corps de Pompe que le piston vient d'abandonner, & il doit continuer ainsi à passer jusqu'à ce qu'il soit de même densité dans la Pompe & dans le Récipient : car si sa densité dans le corps de la Pompe étoit moindre que dans le Récipient, sa force Elastique qui est toujours proportionnelle à sa densité, seroit aussi moindre, & par conséquent laisseroit encore passer l'air du Récipient dans la Pompe, jusqu'à ce qu'enfin les densités fussent égales. Ainsi donc l'air qui, immédiatement avant le coup de Pompe, étoit renfermé seulement dans le Récipient & toutes ses dépendances, est à présent uniformément distribué dans le Récipient & le corps de la Pompe : d'où il est clair que la quantité d'air contenuë dans la Pompe, est à celle que contiennent la Pompe & le Récipient tout ensemble, comme la capacité de la Pompe, est à celle de la Pompe & du Récipient tout ensemble ; mais l'air que contient la Pompe, est celui-là même qui sort du Récipient à chaque coup ; & l'air contenu dans la Pompe

& le Récipient tout ensemble, est celui que contenoit le Récipient immédiatement avant le coup; donc la vérité de notre regle est évidente, sçavoir que la quantité d'air qu'on fait sortir du Récipient à chaque coup, est à celle que renfermoit le Récipient immédiatement avant le coup de Pompe, comme la capacité de la Pompe, est à celle de la même Pompe & du Récipient pris ensemble.

Pour éclaircir ceci par un exemple, supposons la capacité du Récipient deux fois aussi grande que celle de la Pompe: donc la capacité de la Pompe, est à celle de la Pompe & du Récipient tout ensemble, comme 1 à 3; & la quantité d'air qu'on tirera à chaque coup de piston, sera à celle qui étoit dans le Récipient immédiatement avant ce coup, comme 1 à 3, de façon qu'au premier coup de piston, on vuidera le tiers de l'air que contient le Récipient; au second coup on vuidera le tiers du restant; au troisiéme encore le tiers du restant; au quatriéme

de même, & ainsi de suite, la quantité d'air qu'on fera sortir à chaque coup, diminuera dans la même proportion, que la quantité d'air que contenoit le Récipient immédiatement avant le coup.

Car il est évident que la troisiéme partie, ou quelqu'autre partie aliquotte déterminée d'une quantité quelconque, décroît nécessairement dans la même proportion que toute la quantité elle-même. En voila assez, je crois, pour prouver ce que j'avois d'abord avancé, sçavoir, que les quantités d'air qu'on fait sortir à chaque coup de piston, ne sont pas égales, mais vont toujours en diminuant.

Je vais démontrer à présent, que la quantité d'air qui reste dans le Récipient après chaque coup de Pompe, diminuë en progression Geométrique. J'ai fait voir que l'air qui reste dans le Récipient après chaque coup de Pompe, est à celui qui étoit dans ce Récipient immédiatement avant ce coup, comme la capacité du Récipient, est à la capacité de la Pompe & du Récipient tout ensemble : ou en

d'autres termes, que la quantité d'air du Récipient diminuë à chaque coup de Pompe, en raison de la capacité du Récipient, à celle du même Récipient & de la Pompe jointes ensemble; chaque reste est donc toujours moindre que le reste précedent dans la même raison donnée, d'où il est clair qu'ils sont tous dans une progression Geométrique décroissante. Appliquons ceci à notre exemple, pour plus grand éclaircissement.

La quantité d'air tirée au premier coup de Pompe étoit la troisiéme partie de l'air du Récipient: par conséquent le reste étoit les $\frac{2}{3}$; par la même raison, le reste après le second coup, étoit les $\frac{2}{3}$ du reste précedent, ou $\frac{4}{9}$, & ainsi de suite, cette diminution étant toujours dans la même raison de 2 à 3, par conséquent les quantités restantes décroissent dans une progression Geométrique; & comme j'ai prouvé ci-devant, que les quantités d'air qu'on évacuë, décroissent en même raison que celles qui restent, il suit que les quantités qu'on fait sortir à chaque coup

de Pompe, décroiſſent auſſi en progreſſion Geométrique; ſouvenez-vous donc bien, que les quantités d'air qu'on évacuë, ainſi que celles qui demeurent dans le Récipient à chaque coup de Pompe, diminuent dans la même progreſſion Geométrique.

Si les reſtes décroiſſent en progreſſion Geométrique, il eſt certain qu'à force de pomper, on pourra les rendre auſſi petits qu'on voudra, c'eſt-à-dire, qu'on pourra approcher autant qu'on voudra du vuide parfait, mais on voit en même-temps qu'on ne pourra tout évacuer: ſi on prétend qu'on le peut, voici comme je prouve le contraire.

Avant le dernier coup de Pompe qui devoit achever d'évacuer le Recipient, il faut néceſſairement qu'on accorde qu'il y avoit un reſte, or ce reſte par le dernier coup de Pompe, a dû ſeulement diminuer dans une raiſon donnée, comme je viens de le prouver: par conſéquent on n'a pû tout évacuer à ce dernier coup.

Il ne ſera peut-être pas inutile de vous dire ici quelque choſe de l'aſcenſion graduée du mercure dans la jauge, qui nous a ſervi dans quelques Expériences ; vous avez obſervé, qu'à meſure qu'on a pompé l'air, le mercure a monté, & s'eſt approché de plus en plus de la hauteur déterminée du Barométre, qui comme vous ſçavez eſt d'environ 27 pouces $\frac{1}{2}$; or je vais vous prouver 1°. que le complément de la hauteur déterminée dans la jauge, eſt toujours proportionnel à la quantité d'air qui reſte dans le Récipient, 2°. que la hauteur entiere du mercure eſt comme la quantité d'air évacuée ; enfin, que l'aſcenſion du mercure dans la jauge eſt proportionnelle, à la quantité d'air qu'on évacuë à chaque coup de piſton.

Il faut d'abord vous reſſouvenir, que la preſſion de l'Atmoſphére ſur le mercure de la Cuvette eſt égale, & peut faire équilibre avec une colomne de mercure de 27 $\frac{1}{2}$ pouces : donc quand le vif-argent n'eſt pas dans la jauge à cette hauteur, il eſt certain que le poids de ce qui

s'en

s'en manque, doit être remplacée par quelque autre force qui lui soit égale : or cette force est la vertu Elastique de l'air qui reste dans le Récipient, lequel agissant sur la surface supérieure du mercure de la jauge, l'empêche de s'élever à la hauteur déterminée ; la force Elastique de l'air qui reste dans le Récipient, est donc égale au poids du complément de la hauteur du Barométre, mais le poids de cette quantité de vif-argent, est proportionnel à l'espace qu'elle occuperoit dans la jauge jusqu'à la hauteur déterminée, donc l'Elasticité de l'air qui demeure dans le Récipient, est aussi proportionnelle à ce même espace. Et puisque j'ai prouvé il, y a quelques jours, que la densité de l'air est toujours proportionnelle à son Elasticité, il suit que la densité de l'air, ou la quantité qui restera dans le Récipient, sera toujours proportionnelle à ce qui manque de vif-argent dans la jauge, pour achever la hauteur de 27½ pouces, ce qu'il falloit démontrer.

Puisque la quantité d'air qui étoit dans

le Récipient avant qu'on commençât à pomper, eſt proportionnelle à une colomne de vif-argent de 27 $\frac{1}{2}$ pouces : la différence entre cette quantité d'air, & celle qui reſte après un certain nombre de coups de piſton, c'eſt-à-dire la quantité d'air évacuée, eſt donc proportionnelle à la différence entre la hauteur de 27 $\frac{1}{2}$ pouces, & le complément de cette hauteur, c'eſt-à-dire, à la hauteur actuelle dans la jauge après le même nombre de coups de piſton, ce qu'il falloit démontrer en ſecond lieu. D'où il ſuit enfin que la quantité d'air évacuée à chaque coup de Pompe, eſt proportionnelle à l'élévation du mercure par ce même coup, ce qu'il falloit démontrer en dernier lieu. Ces concluſions s'accordent parfaitement bien avec les Expériences, car il nous a été facile d'eſtimer la quantité d'air évacuée par le moyen de l'eau qui a occupé ſa place à meſure qu'il eſt ſorti du Récipient (*a*).

(*a*) Ce Récipient eſt la bouteille décrite dans l'Expérience I. pag. 15. elle porte un robinet pour empêcher le

Qu'on se ressouvienne donc que la quantité d'air évacuée à chaque coup de pompe, est proportionnelle à l'élévation du mercure dans la jauge à chaque coup; que toute la quantité d'air qu'on a pompée depuis le premier coup inclusivement, est proportionnelle à la hauteur actuelle du vif-argent dans la jauge; enfin que la quantité d'air qui reste dans le Récipient, est proportionnelle au complément de la hauteur ordinaire du Barométre.

Pour appliquer ceci aux Expériences qu'on a faites aujourd'hui, nous trouvons par nos mesures, que les élévations successives du mercure dans la jauge, diminuent à chaque coup de Pompe, en progression Geométrique; & je viens de prouver tout-à-l'heure, que les quantités d'air qu'on fait sortir à chaque coup de pompe, sont proportionnelles à ces élévations, donc nous pouvons conclure avec certitude par les Expériences, ce

retour de l'air après qu'on l'a pompé, & pour laisser entrer l'eau en sa place, en la plongeant dans un baquet.

que nous avions conclu par une suite de raisonnemens, sçavoir que les quantités d'air évacuées à chaque coup de Pompe, décroissent dans une progression Geométrique.

Puisque ces élévations successives sont les différences des compléments de la hauteur déterminée à chaque coup de Pompe, il suit que ces compléments décroissent aussi dans la même progression Geométrique ; car c'est un Theorême connu de tout le monde, que des quantités dont les différences décroissent en progression Geométrique, décroissent aussi dans la même progression Geométrique, tant qu'elles ont de l'étenduë. Les compléments de la hauteur déterminée dans la jauge, décroissants donc dans une progression Geométrique, & les quantités d'air qui restent dans le Récipient, étant toujours proportionnelles à ces compléments, comme je viens de vous le prouver tout-à-l'heure ; il suit des mêmes Expériences que vous avez vû faire, que les quantités d'air qui restent après

chaque coup de Pompe, décroissent aussi dans une progression Geométrique, ce que nous avions encore conclu par la même suite de raisonnemens.

Avant que de finir sur la machine Pneumatique, il me reste quelque chose à vous dire sur l'usage des deux Tables suivantes ; elles servent à faire voir le nombre de coups de pompes nécessaire pour raréfier l'air dans une raison donnée dans un Récipient quelconque. La premiere Table est faite pour les Récipients, dont la capacité est égale à celle de la Pompe ; les nombres de la premiere colomne de cette Table expriment les degrés de raréfaction, & ceux de la seconde colomne expriment le nombre de coups de Piston nécessaire pour produire ces raréfactions, (on a joint à ces nombres, leurs parties décimales.) Par exemple, pour raréfier l'air 100 fois plus qu'il ne l'est naturellement, je cherche le nombre 100 dans la premiere colomne de la Table, & je trouve vis-à-vis dans la seconde colomne, le nombre

6.644, ce qui me fait connoître, que pour raréfier l'air 100 fois plus qu'il ne l'est naturellement, il faut 6 coups de Pompe, & 644 milliémes d'un coup; si sous le même Récipient on veut raréfier l'air 10000 fois plus qu'il ne l'est communément, on trouvera de même qu'il faut 13 coups de Pompe, & 288 milliémes.

TABLE I.

Rareté de l'Air	Nombre des coups de Piston,	Rareté de l'Air.	Nombre des coups de Piston.	Rareté de l'Air.	Nombre des coups de Piston.
1	0	60	5·907	900	9·814
2	1	64	6	1000	9·966
3	1·585	70	6·129	1024	10·
4	2	80	6·322	2000	10·966
5	2·322	90	6·492	2048	11·
6	2·585	100	6·644	3000	11·551
7	2·807	128	7	4000	11·966
8	3	200	7·644	4096	12·
9	3·170	256	8	5000	12·288
10	3·322	300	8·229	6000	12·551
16	4	400	8·644	7000	12·773
20	4·322	500	8·966	8000	12·966
30	4·907	512	9	8192	13·
32	5	600	9·229	9000	13·136
40	5·322	700	9·451	10000	13·288
50	5·644	800	9·644	16384	14·

Les Récipients dont nous nous servons pour nos Expériences, sont ordinairement plus grands que la capacité de la Pompe, c'est pourquoi il faut un plus grand nombre de coups de Piston, qu'il n'en est marqué dans la seconde colomne de la Table, pour raréfier l'air dans les degrés correspondants de la premiere colomne. On seroit d'abord porté à croire, que le nombre des coups de Piston nécessaires pour raréfier l'air dans un certain degré, devroit excéder les nombres correspondants de la seconde colomne, dans la même proportion que la capacité du Récipient excéderoit celle de la Pompe; mais pour peu qu'on fasse d'attention, on verra que le nombre des coups de Piston ne doit pas croître dans une si grande proportion, que les capacités des Récipients.

On peut voir par la seconde Table; (dont la premiere colomne marque les capacités des Récipients, & la seconde les nombres des coups de Piston proportionnels à ceux de la premiere Table;)

dans quelle raison croissent les nombres des coups de Piston, quand les capacités des Récipients croissent aussi; un exemple ou deux en fera comprendre tout d'un coup l'usage.

Supposons la capacité du Récipient 10 fois plus grande que celle du corps de Pompe, & qu'on veuille trouver combien il faut de coups de Piston pour raréfier l'air dans ce Récipient 100 fois plus qu'il ne l'est naturellement : Par la premiere Table on trouve, comme on a vû ci-devant, que le Récipient étant égal au corps de Pompe, le nombre des coups de Piston feroit 6.644. Mais le Récipient est 10 fois plus grand; cherchez donc le nombre 10 dans la premiere colomne de la seconde Table, & vous trouverez vis-à-vis dans la seconde colomne le nombre 7.273. D'où vous connoîtrez, que quoique la capacité du Récipient croisse dans une raison décuple, le nombre des coups de Piston ne croit pas à beaucoup près dans la même proportion ; on trouvera donc le véri-

table nombre des coups de Piston, en multipliant 6,644, par 7,273, ce qui fait 48.322,

TABLE II.

Capacité du Récipient.	Multiplicateur.	Capacité du Récipient.	Multiplicateur.
1	1.	60	41.934
2	1.710	70	48.866
3	2.409	80	55.798
4	3.106	90	62.729
5	3.802	100	69.661
6	4.497	200	138.976
7	5.191	300	208.291
8	5.885	400	277.605
9	6.579	500	346.920
10	7.273	600	416.235
20	14.207	700	485.549
30	21.139	800	554.864
40	28.071	900	624.179
50	35.003	1000	693.494

Ainsi pour trouver le nombre de coups de Piston nécessaire, pour raréfier l'air 10000 fois plus qu'il ne l'est naturellement, dans un Récipient 50 fois plus grand que la capacité de la Pompe; vis-à-vis 10000 dans la premiere colomne

de la premiere Table, je trouve 13.288 ; & vis-à-vis 50 dans la premiere colomne de la ſeconde Table, je trouve 35.003, qui étant multipliés l'un par l'autre, font 465.12 coups de Piſton qu'il faudra donner. Il eſt inutile de s'embarraſſer des fractions qui ſe trouvent après un certain nombre entier de coups de Pompe ; on ne ſçauroit mouvoir le Piſton préciſément de la quantité que ces fractions expriment, mais la différence eſt ſi peu conſidérable, qu'on peut ſe diſpenſer d'en tenir compte. On a été obligé d'écrire ces fractions dans les Tables, afin que dans la multiplication il ne ſe perdît aucun nombre entier, comme il ſeroit arrivé, ſi on les avoit négligées ; mais quand on a déterminé le produit, les fractions qui ſont jointes aux entiers, deviennent inutiles.

En faiſant ces Tables, j'ai laiſſé bien des nombres intermédiaires, pour ne leur pas donner trop d'étenduë ; elles ſuffiſent pour ce que j'en avois à faire, ſçavoir pour vous donner une connoiſſan-

ce exacte des opérations de la machine Pneumatique.

Je devrois vous donner ici les Elémens sur lesquels elles ont été calculées ; mais j'ai peur que tout le monde ne soit pas en état de les entendre, à cause de leurs difficultés (*a*).

(*a*) Theorême. *Dans un Récipient dont la capacité est à celle du corps de Pompe, comme* c *à* 1, *pour raréfier l'air d'une quantité déterminée* r, *il faut un nombre de coups de Pompe égal à* $\frac{\log. r}{\log. \overline{c+1} - \log. c}$.

DEMONSTRATION. Car à chaque coup de Pompe, l'air sera raréfié, ou dilaté dans la raison de l'espace c à l'espace $c+1$, ou de 1 à $\frac{c+1}{c}$; & par conséquent il y aura autant de raréfactions égales & successives, qu'il y a de raisons égales & successives dans cette série $1, \frac{c+1}{c}\Big|^1, \frac{c+1}{c}\Big|^2, \frac{c+1}{c}\Big|^3$, continuée jusqu'au terme $\frac{c+1}{c}\Big|^n$, dont l'exposant n sera le nombre déterminé de coups de Pompe. Par conséquent, la raison totale de toutes les raréfactions que nous supposons 1 à r, sera la même, que celle de 1 à $\frac{c+1}{c}\Big|^n$, c'est-à-dire du premier terme de la série au dernier ; donc $r = \frac{c+1}{c}\Big|^n$, & par la propriété des Logarithmes, logar. $r = n \times \log. \frac{c+1}{c}$ $= n \times \log. \overline{c+1} - \log. c$, d'où l'on tire $\frac{\log. r}{\log. \overline{c+1} - \log. c} = n$. Ce qu'il falloit démontrer.

Coroll. 1. Dans la premiere Table, ou $c = 1$, l'air sera raréfié un nombre de fois r par un nombre de coups de Piston $\frac{\log. r}{\log. 2}$.

J'en passerai donc la construction, & je vous ferai seulement remarquer de la premiere Table, que si vous faites ensorte que les nombres de la premiere colomne soient en progression Geométrique, ceux qui leur répondront dans la seconde colomne, seront en progression Arithmétique.

On peut aussi observer de la seconde Table, que la disproportion de ces nombres de la seconde colomne, va toujours en augmentant depuis le commencement jusqu'à la fin, quelque étenduë qu'on donne à la Table, mais cependant que cette disproportion n'excéde jamais la raison de 13 à 9.

Venons à présent à la Pompe à con-

Cor. II. nommant t, ce dernier nombre, & mettant dans la seconde Table, (ou c a une valeur déterminée quelconque) m pour le multiplicateur correspondant, puisque l'Auteur fait $mt = n$, nous avons $m = \frac{n}{t} = \frac{\text{log. } 2}{\text{log. } \overline{c + 1} - \text{log. } c}$.

Dans l'exemple de l'Auteur $r = 100$, $c = 10$, donc par le premier Cor. $t = \frac{\text{log. } 100}{\text{log. } 2} = \frac{2{,}00\ 000}{0{,}301\ 03} = 6{,}644$ coups de Piston : & par le second Corollaire $m = \frac{\text{log. } 2}{\text{log. } 11 - 10} = \frac{0{,}3\ 010\ 300}{0{,}0\ 413\ 227} = 7.273$, & $mt = n = 48{,}322$ coups de Piston.

denser. Nous n'avons pas beaucoup de chose à dire sur cet instrument ; quand j'avancerai qu'à chaque coup de Piston on introduit dans le Récipient une égale quantité d'air, sçavoir précisément autant qu'en contient naturellement la Pompe, la chose est d'elle-même si évidente, que je crois qu'il est inutile d'entreprendre de la prouver ; car il est fort aisé de comprendre, que quand on tire en haut le Piston pour l'éloigner du fond de la Seringue, il se fait un vuide d'air jusqu'à ce que ce Piston vienne à passer au-dessus du petit trou qu'on a pratiqué au haut du corps de Pompe ; alors l'air extérieur pouvant passer librement dans la Seringue par ce petit trou, s'empare de cet espace vuide jusqu'à ce qu'il y ait autant d'air dans le corps de Pompe, qu'il en peut contenir naturellement ; quand donc on vient à mouvoir le Piston de haut en bas, cet air se trouve comprimé, & se condense de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin son Elasticité devienne aussi grande que celle de l'air qui est contenu

dans le Récipient, & puisse par-là forcer la valvule, & se mêler avec celui du Récipient; puis donc que les quantités d'air introduites à chaque coup de Piston sont égales, il est évident que les degrés de condensation croissent dans une progression Arithmétique. Examinons à présent, comment va le mercure dans la jauge; le voici dans ce Theorême dont je vais vous donner la démonstration.

L'espace compris entre le vif-argent & l'extrémité de la jauge, décroit à chaque coup de Pompe en progression Harmonique.

Avant de démontrer cette proposition, je vais vous dire ce que c'est qu'une progression Harmonique; comme elle n'est pas si généralement connuë, que celles que nous appellons Geométrique & Arithmétique, il ne sera pas inutile d'en expliquer ici la nature, je vais d'abord vous dire pourquoi on l'appelle ainsi.

C'est une chose connuë de tous les Musiciens, que si dans un instrument de Musique on a trois cordes semblables à tous égards, mais seulement de différen-

tes longueurs, telles que ſont les nombres 6, 4, 3, les ſons que rendront ces cordes, ſeront parfaitement d'accord; ſçavoir une octave, une quinte & une quarte, ainſi le ſon de la derniere, ſera une octave à celui de la premiere, & le ſon de la ſeconde, ſera une quinte à celui de la premiere, & le ſon de la derniere, une quarte au ſon de la ſeconde; de-là les nombres 6, 4, 3, qui expriment les longueurs de ces cordes, ſont dits être en progreſſion Harmonique.

Maintenant, il eſt facile de remarquer que ces nombres ſont réciproquement proportionnels à trois autres nombres 2, 3, 4, en progreſſion Arithmétique; c'eſt ce qui a fait dire, que tout autre ſérie de nombre étoit en progreſſion Harmonique, quand tous les termes de cette ſérie ſont réciproquement proportionnels à ceux d'une progreſſion Arithmétique: retenez donc bien qu'une ſérie de nombre ſera en progreſſion Harmonique, quand tous ſes termes ſeront en proportion réciproque à ceux d'une progreſſion Arithméti-

que. On peut encore donner une autre propriété de ces nombres 6, 4, 3, sçavoir que le premier est au troisiéme, comme la différence du premier au second, est à la différence du second au troisiéme; or cette propriété appartient également à tous les nombres qui sont réciproques à ceux d'une progression Arithmétique, c'est-à-dire à tous les autres nombres qui sont en progression Harmonique.

De-là étant donnés deux termes consécutifs d'une progression Harmonique, on trouve le suivant en divisant le produit des deux premiers, par la différence du double du premier terme par-dessus le second, ainsi dans notre exemple 6, 4, 3, le produit des deux premiers 24 divisé par la différence du double du premier sur le second 8, est égal $\frac{24}{8} = 3$, qui est le troisiéme terme de la progression.

Nous allons maintenant faire voir, que l'espace compris entre le mercure & l'extrêmité de la jauge, décroit à chaque coup de la Pompe en progression Harmonique.

Pour

Pour cela il faut obſerver, que le vif-argent de la jauge eſt contigu d'un côté à l'air enfermé dans le Récipient, & de l'autre à l'air enfermé entre le bout de la jauge & le vif-argent ; de plus, que la denſité de ces deux airs eſt égale, autrement le vif-argent céderoit à celui qui auroit plus de denſité, qui ſeroit auſſi plus Elaſtique : quand donc le vif-argent eſt en repos dans la jauge, il eſt évident que les denſités des deux airs ſont égales : or puiſque la denſité de l'air augmente dans le Récipient en progreſſion Arithmétique, celle de l'air du bout de la jauge, doit auſſi augmenter dans la même progreſſion ; mais l'eſpace qu'occupe l'air, diminuë à proportion que ſa denſité augmente, ou en d'autres termes, ces eſpaces ſont réciproques aux denſités, donc les eſpaces ſont réciproquement comme une ſérie de termes Arithmétiquement proportionnels, c'eſt-à-dire qu'ils décroiſſent en progreſſion Harmonique. Et nous voyons que cette concluſion s'accorde parfaitement bien avec notre Expérience,

QUATORZIE'ME LEÇON.

Pesanteur de l'Air démontrée par la balance ; d'où l'on détermine le rapport de sa gravité spécifique à celle de l'eau.

NOus avons assez prouvé jusqu'ici par différentes méthodes, que l'Air a une pesanteur actuelle ; nous avons déduit de ce principe un grand nombre de Phoenomenes, qu'on ne sçauroit expliquer d'aucune autre maniere : nous sommes donc authorisés à conclure, que ce principe est exactement vrai, conforme aux loix de la nature, & fondé sur une entiere évidence.

Mais une vérité que nous devons à nos sens, fait sur nous une impression bien plus profonde, & nous persuade bien plus facilement, que les forces réünies de toutes les conséquences tirées de la meilleure suite de raisonnemens.

C'est ainsi que l'Expérience que vous venez de voir, nous fournit une preuve

plus évidente & plus persuasive en même-temps de la pesanteur de l'Air, qu'aucune, ou peut-être que toutes les considérations ausquelles nous nous sommes arrêtés jusqu'ici ; car en effet, que peut-on desirer de plus fort, pour prouver qu'un corps a réellement de la pesanteur, que de la rendre, pour ainsi dire, visible à la balance.

La facilité qu'on a toujours eu à faire cette Expérience, ou du moins quelqu'autre aussi aisée, me fait croire que loin de vous voir refuser à cette vérité, vous serez plutôt étonnés de ce qu'il ait pû y avoir des sectes entieres de Philosophes, qui ayent véritablement douté de la pesanteur de l'Air.

Il est bien vrai qu'Aristote admet quelque part dans ses écrits cette pesanteur, & qu'il employe pour prouver son sentiment, l'Expérience d'une vessie qu'il dit être plus pesante quand elle est enflée, que quand elle est flasque ; ce qui prouve évidemment la pesanteur de l'Air qu'elle contenoit : mais il est très-certain que ses

ſectateurs l'ont abandonné dans ce point; & ont enſeigné preſque généralement le contraire, pendant pluſieurs ſiécles conſécutifs.

Galilée paroît avoir été le premier des Philoſophes modernes qui les ait oſé contredire là-deſſus; je vous ai donné un extrait des Obſervations, qu'il a faites ſur les Pompes; il n'en a pas fallu davantage à un homme auſſi intelligent, pour lui faire abandonner la doctrine ordinaire de l'école. Mais le génie de recherches de ce grand homme, ne put le faire reſter long-temps dans l'incertitude: il fut bientôt décidé ſur le choix des Expériences qui pouvoient le ſatisfaire, elles lui fournirent une entiere conviction; les voici.

Il prit un vaiſſeau de verre d'une grande capacité, & dont le goulot étoit très-étroit; il appliqua à ce goulot un bouchon de cuir, dont il ferma l'orifice de la bouteille auſſi exactement qu'il lui fut poſſible, au milieu de ce couvercle il introduiſit un petit Tube, qu'il joignit au cuir avec la même exactitude; enſuite

avec une Seringue il injecta par ce Tube autant d'air dans le vaisseau, qu'il en jugea nécessaire, sans risquer de l'éclater; après quoi il le pesa avec l'air comprimé, à une balance très-exacte, se servant de sablon très-fin pour contrepoids; il ouvrit ensuite le Tube pour laisser sortir l'air comprimé, & quand il fut échappé, il repesa de nouveau la bouteille, qu'il trouva plus legere qu'auparavant; il ôta une certaine quantité de sablon, jusqu'à ce qu'il eût rétabli l'équilibre, ce qui lui démontra évidemment le poids de l'air en général, puisque la pesanteur de celui qui s'étoit échappé du vaisseau de verre en ouvrant le Tuyau, étoit égale au poids du sable qu'il avoit ôté, & mis à part.

Mais il ne lui fut pas possible de conclure de cette Expérience, quelle étoit la pesanteur d'une quantité d'air déterminée; car quoiqu'il connût le poids de l'air qui s'étoit échappé de sa bouteille, rien ne lui en déterminoit le volume: il imagina donc deux autres Expériences que voici.

Il prit un autre vaisseau semblable au premier, il le boucha pareillement avec un cuir & fit passer au travers, le bout du Tube qui étoit fixé au premier vaisseau, & dont l'orifice étoit bouché exactement au couvercle de ce second vaisseau ; de maniere que ces deux vaisseaux se regardoient mutuellement, & communiquoient ensemble quand on débouchoit l'orifice du Tube qui étoit dans le second vaisseau ; cela se pouvoit faire par le moyen d'un fil de fer délié, qu'il avoit introduit par un petit trou pratiqué au fond de cette bouteille ; mais je dois vous dire, qu'avant que d'assembler ainsi ces deux vaisseaux, il avoit empli d'eau le second, & avoit pesé l'autre conjointement avec l'air comprimé, en prenant du sable pour contrepoids comme auparavant ; ces choses étant ainsi proposées, & le Tube ayant été ouvert en tirant le fil de fer ; il est aisé de comprendre que l'air a dû passer avec violence du premier vaisseau dans le second, jusqu'à ce qu'il fût réduit dans le premier à sa densité na-

turelle : mais il a dû aussi en passant dans ce second vaisseau, chasser autant d'eau par le trou du fond, qu'en pouvoit occuper l'espace rempli par l'air qui venoit de sortir du premier vaisseau : cette quantité d'eau s'est déterminée en pesant d'abord le vaisseau presque plein d'eau, & en le repesant ensuite quand on a eu achevé de l'emplir, on avoit de même la pesanteur de l'air qui étoit passé en repesant le premier vaisseau ; d'où l'on a le rapport de la gravité spécifique de l'eau à celle de l'air, que Galilée trouva, comme 400 à 1.

L'autre méthode qu'il propose est un peu plus prompte, il ne faut qu'un vaisseau ajusté comme l'un des précedents ; mais au lieu d'introduire plus d'air qu'il n'en peut contenir naturellement, il aime mieux le plonger dans l'eau à une certaine profondeur ; par-là l'air qu'il contient est comprimé & condensé ; (il faut prendre garde qu'il s'en échappe quand l'eau entre ainsi par force,) supposant donc qu'il soit entré une suffisante quan-

tité d'eau dans le vaisseau capable d'emplir les ¾ de la bouteille, il faut peser le tout dans l'eau avec une balance bien exacte; tournant ensuite en haut l'orifice de la bouteille & débouchant le Tube, l'air se dilatera, & il en sortira une quantité égale au volume d'eau introduit dans la bouteille, on repesera le tout de nouveau, & la différence sera le poids de l'air qui en sera sorti; & sa gravité sera à celle de l'eau, comme cette différence est au poids du volume d'eau entré dans la bouteille.

Telles sont les découvertes de cet Excellent Physicien d'*Italie*, dans un temps où tous les autres Philosophes avoient sur cette matiere des idées bien différentes, & longtemps avant l'usage des Barométres & de la machine Pneumatique. Il est toujours satisfaisant de sçavoir les méthodes qu'on a d'abord suivies dans ces recherches; mais un autre avantage que vous pouvez retirer de cette histoire, c'est qu'elle vous accoutume à imaginer vous-mêmes différents moyens de par-

venir au même but; il seroit infini de rapporter les différentes méthodes qu'ont employées tous ceux qui ont été animés par cet esprit de recherches, je ne vous dirai pas non plus toutes celles que j'aurois pû imaginer moi-même; celle qui a été publiée la premiere sur cette matiere, & qui a fait beaucoup de bruit dans son temps, est celle du Pere *Mersenne*, que je vais vous rapporter.

Il prit un vaisseau de cuivre creux dont le col étoit fort étroit, qu'on appelle ordinairement *Æolipile*; il le fit rougir entre les charbons ardents, & dans cet état il le pesa promptement à une balance très-exacte, il le pesa de nouveau quand il fût parfaitement refroidi; & trouvant son poids plus grand qu'auparavant, il conclud que cette différence étoit le poids de l'air, qui après avoir été chassé par la chaleur, étoit rentré quand elle avoit été dissipée; ainsi il fut convaincu, que l'air étoit un corps pesant; mais en quelle proportion par rapport aux autres corps? c'est ce qu'il ne pouvoit pas dé-

terminer par cette ſeule Expérience. Il la répéta donc de nouveau, & quand l'*Æolipile* fut toute rouge, il trouva son poids précisément le même qu'auparavant. Il en plongea enſuite l'orifice dans l'eau froide, & l'y laiſſa refroidir : l'eau entra avec impétuoſité, & la remplit preſque toute ; or il eſt inconteſtable que le volume d'eau qui entra, étoit égal au volume d'air qui avoit été chaſſé par la chaleur : & comparant le poids de cette eau avec celui de l'air trouvé par la premiere Expérience, il en conclut que la peſanteur ſpécifique de l'eau étoit 1300 fois plus grande que celle de l'air. Il eſt impoſſible de ne pas s'appercevoir de l'énorme différence de ce rapport à celui de Galilée, qui ne fait l'eau que 400 fois plus peſante que l'air ; mais en prenant un milieu, nous la trouverons 850 fois plus peſante, ce qui s'accorde aſſez avec les Obſervations les plus récentes & les plus exactes.

Vous avez déja vû quelle proportion nous avons déduite de nos Expériences ;

mais je dois vous prévenir, que si notre bouteille eût été plus grosse, nous l'eussions déterminée encore plus exactement.

Dans quelques Expériences de nos premieres Leçons, nous nous sommes servi d'une bouteille 8 fois aussi grande, que celle dont nous venons de nous servir; j'ai toujours trouvé avec cette bouteille, la proportion de l'air à l'eau d'1 à 8 ou 900, mais communément plus près de 900.

J'ai eu cette grande bouteille de M. *Hauksbée*, à qui j'avois déja vû faire cette même Expérience devant la Société Royale; je suis témoin du soin & de l'exactitude avec laquelle elle a été faite, la proportion de la gravité spécifique de l'air à celle de l'eau, fut déterminée de 1 à 885. La maniere dont il a fait son Expérience, est la même que la nôtre, ainsi je suppose que vous la concevez parfaitement; mais parce que vous en retiendrez mieux le détail; je vais vous rapporter l'histoire de son procédé, qu'il a donnée lui-même.

„ J'ai pris, dit-il, une bouteille qu „ contenoit plus de trois *Galons*, il n'ét „ pas nécessaire de déterminer précisé „ ment ce qu'elle contenoit de plus; sa „ figure étoit ovale, je l'ai choisie de cet „ te forme, parce qu'elle est plus facile „ à plonger dans l'eau; j'ai mis dedans „ autant de plomb qu'il en a été nécessai- „ re, pour la faire enfoncer au-dessous „ de la surface de l'eau. J'ai mieux aimé „ mettre le plomb dans la bouteille que „ de l'attacher par dehors, parce que dans „ ce dernier cas, il s'y seroit attaché „ quelques bulles d'air qui auroient causé „ de l'erreur dans le calcul, au lieu que „ cette Expérience demande beaucoup „ d'exactitude & de soins.

„ Tout étant ainsi disposé, j'ai bouché „ la bouteille qui contenoit de l'air com- „ mun, & je l'ai suspenduë dans l'eau, par „ un fil de fer très-délié, attaché au bras „ d'une balance, j'ai trouvé qu'elle pe- „ soit dans l'eau 358½ grains; après l'a- „ voir tirée de l'eau, je l'ai fixée à la Ma- „ chine Pneumatique, par le moyen d'un

ne vis : en 5 minutes de temps elle a « été passablement vuide d'air, car le « mercure étoit monté dans la jauge à près « de 29½ pouces ; ensuite ayant fermé le « robinet de la bouteille, & l'ayant dé- « vissé, je l'ai suspenduë dans l'eau com- « me auparavant, elle ne pesoit plus que « 175½ grains, qui étant ôtés de 358½ « (poids de la bouteille & de l'air qu'elle « contenoit au commencement de l'Ex- « périence,) donne 183 grains pour le « poids de l'air qu'on a tiré par le moyen « de la machine Pneumatique. «

Ayant donc ainsi déterminé le poids « de l'air pompé, j'ai ouvert le robinet « de la bouteille, tandis qu'elle étoit en- « core plongée : l'eau est entrée d'abord « avec impétuosité, & a continué jusqu'à « ce qu'il y en ait eu un volume égal à « celui de l'air que j'avois fait sortir ; la « bouteille étant remise à la balance, a « pesé 162,132 grains, desquels ôtant « 175½ grains pour le poids de la bou- « teille, & du peu d'air qui a pû y rester, « reste 161956½ grains pour le poids du «

„ volume d'eau égal à celui de l'air dont
„ elle occupe la place ; ce qui donne la
„ la proportion ſpécifique de l'air à celle
„ de l'eau, comme 183 à 161956½, ou
„ bien, comme 1 à 885.

„ Il y a deux choſes à remarquer dans
„ cette Expérience. La premiere, qu'il
„ eſt inutile de s'embarraſſer de vuider
„ exactement tout l'air ſur la machine
„ Pneumatique, le ſuccès de l'Expérien-
„ ce ne dépendant point du tout de cette
„ exactitude, puiſqu'il n'eſt pas poſſible
„ qu'il rentre dans le Récipient un volu-
„ me d'eau plus grand, que le volume
„ d'air qu'on a fait ſortir. Secondement,
„ on doit obſerver dans quelle ſaiſon de
„ l'année on fait cette Expérience.

„ Je l'ai faite dans le mois de *Mai*, le
„ mercure étant à $29\frac{7}{10}$ pouces dans le
„ Barométre, d'où l'on voit qu'on doit
„ trouver une différence ſenſible dans les
„ mois de *Decembre* & *Janvier*, quand la
„ conſtitution de l'Atmoſphére eſt tout-
„ à-fait différente, de ce qu'elle eſt dans
„ toute autre ſaiſon.

Ainsi s'explique M. *Haukshée*; il me paroît qu'en voilà assez sur cette matiere; mais avant que de finir, reprenons un peu l'examen que nous avons déja fait de l'état de l'Atmosphére, & des différents degrés de rareté de l'air, à différentes distances de la surface de la Terre.

Rappellez-vous que j'ai prouvé dans la semaine précedente, que la densité de l'air diminuë dans une progression Geométrique, quand sa hauteur croit en progression Arithmétique; la vérité de cette regle suppose que la gravité des Corps est la même à toute sorte de distances du centre de la Terre; mais M. *Newton* a prouvé évidemment dans ses Principes, que la gravité diminuë à mesure que les Corps s'éloignent du centre de leur pesanteur, de sorte que la pesanteur est toujours en raison réciproque des quarrés des distances au centre, d'où il est évident, que quand la hauteur de l'air au-dessus de la surface de la Terre est très-grande & devient considérable, par rapport au demi diamétre de la Terre, la

regle que je vous ai donnée se trouve fausse : mais si la hauteur est petite & peu considérable par rapport au demi diamétre de la Terre, comme il faut avoüer que sont nos plus hautes montagnes, notre regle sera toujours assez exacte, c'est celle qui a été proposée par M. *Hallei* dans les Transactions Philosophiques, & qui a été adoptée par M. *Gregory* dans son Traité d'Astronomie, en un mot, qui a été universellement reçûë sans exception; quoi qu'il en soit, voyons ce qui arriveroit dans l'hypothese de la diminution de la gravité, en raison de l'augmentation des quarrés des distances au centre de la Terre : je crains de n'être pas ici à la portée de tout le monde, mais je ferai ensorte de rendre la chose aussi intelligible, que sa nature le peut permettre.

Soit (Fig. 40) *C* le centre de la Terre, *CA* le demi diamétre, *AB* une portion de sa surface, & soit la ligne *CAD* prolongée jusqu'à l'extrêmité de l'Atmosphére. Imaginez dans cette ligne les points *D E F* infiniment proches les uns

des

des autres ; prenez autant d'autres points semblables *d, e, f*, tels que les diftances *dC, eC, fC*, soient réciproquement proportionnelles aux diftances respectives *DC, EC, FC*, de forte que les diftances *dC, eC, fC*, soient moindres que le demi diamétre *AC*, dans la même proportion que les diftances *DC, EC, FC*, sont plus grandes que ce même demi diamétre ; c'eft-à-dire que les diftances des petites lettres au centre, diminuent dans la même proportion que les diftances respectives des grandes lettres au même centre, augmentent. Sur les points *A*, *d*, *e*, *f* élevez les perpendiculaires *AB*, *dp*, *eq*, *fr* proportionnelles aux densités de l'air en *A, D, E, F* respectivement, de forte que la densité de l'air en *A*, soit représentée par la perpendiculaire *AB*, la densité en *D*, par la perpendiculaire respective *dp*, la densité au point *E*, par la perpendiculaire *eq*, au point *F*, par *fr*.

Tout étant ainsi disposé, je vais prouver, que si les diftances *CF, CE, CD*, sont prises en proportion harmonique ,

& par conséquent les distances, *Cf*, *ce*, *cd*, en proportion Arithmétique, puisqu'elles sont réciproquement proportionnelles aux premieres : je vais prouver, dis-je, que les perpendiculaires *fr*, *eq*, *dp*, & par conséquent les densités de l'air dans les lieux respectifs *F*, *E*, *D*, sont en progression Geométrique.

Premierement, parce que les distances des petites lettres au centre, sont réciproquement comme les distances des grandes lettres qui leur correspondent, au même centre ; il est manifeste que *Cd*, *Ce*, : : *CE*, *CD*, & par conséquent que la différence de *Cd* à *Ce*, est à la différence de *CE* à *CD*, comme *Ce* est à *CD*, ou (à cause que les points *E* & *D*, sont supposés infiniment proches l'un de l'autre) : : *Ce*, *CE*, ou (parce que *Ce* est moindre que *CA* dans la même proportion, que *CE* est plus grand que *CA*, & que par conséquent *Ce*, *CA* & *CE*, sont en proportion Geométrique continuë) : : *CAq* est à *CEq*. Il est donc évident, que *de*, différence de *cd* & de

eſt à *DE*, différence de *CE*, *CD* : : *CAq* eſt à *CEq*.

Donc ſi la diſtance *CE* demeure la même, & par conſéquent ſi la proportion de *CAq* à *CEq* ſubſiſte, la proportion de *de* à *DE*, ſera auſſi la même, c'eſt-à-dire que *de* augmentera ou diminuera dans la même raiſon que *DE*; mais ſi *DE* demeure la même, parce qu'elle eſt toujours plus grande que *de* dans la proportion, que *CEq* eſt plus grand que *CAq* : il ſuit que *de*, doit néceſſairement croître ou diminuer dans la même proportion, que *CEq* diminuë ou croît, c'eſt-à-dire que *de* doit toujours être réciproque à *CEq*.

D'où il ſuit, que ſi *DE* ni *CE* ne reſtent les mêmes, *de* ſera directement comme *DE*, & réciproquement comme *CEq*; mais le volume d'air entre les lieux *D* & *E*, eſt comme *DE*, & ſa peſanteur eſt réciproquement comme le quarré de *CE*, ſa diſtance au centre; donc *de* eſt comme le volume & la peſanteur de ce même air tout enſemble, & par conſéquent, puiſque *eq* eſt comme ſa denſité;

le produit de *de* × *eq*, ou l'aire *deqp*, sera comme le produit de sa densité, de son volume & de sa pesanteur, c'est-à-dire comme la force avec laquelle il presse l'air qui est au-dessous ; & la somme de toutes ces aires, au-dessous de *dp*, sera comme la force de tout l'air au-dessus de *D*, c'est-àdire comme *dp* densité de l'air en *D* : car comme vous sçavez, la densité de l'air est toujours comme la force qui le comprime.

Puisque la perpendiculaire *dp*, est comme la somme de toutes les petites aires qui sont au-dessous d'elle, & que la perpendiculaire *eq* par la même raison, est comme la somme de toutes les aires qui sont au-dessous d'elle ; il suit, que la différence de *eq* & *dp*, est comme la différence de ces sommes, c'est-à-dire comme l'aire *eqpd*.

Nous sommes donc parvenus à trouver, que la différence des perpendiculaires *eq*, *dp*, est comme l'aire *eqdp*, comprise entre ces perpendiculaires.

Or supposons maintenant, que les dif-

tances *CF, CE, CD*, &c. soient prises en progression harmonique ; les distances *Cf, Ce, Cd*, seront donc en progression Arithmétique, & par conséquent tous les intervalles *de, ef*, &c. seront égaux, par conséquent les Aires *epdq* qui ont ces intervalles égaux pour bases, seront comme leurs hauteurs *eq*.

De-là, la différence de *eq* & *dp* qui étoit tout-à-l'heure comme l'Aire *eqpd*, sera comme *eq*, & par conséquent *dp* sera comme *eq*, c'est-à-dire, que les deux perpendiculaires, qui terminent la petite Aire enfermée entr'elles, ont toujours la même proportion, ou bien, que *fr, eq* :: *eq, dp*, c'est-à-dire que ces perpendiculaires *fr, eq, dp*, &c. sont en progression Geométrique ; mais ces perpendiculaires expriment les densités de l'air dans les lieux *F, E, D*, &c. donc les densités sont aussi en progression Geométrique.

De plus, puisque *Cd, CA* :: *CA, CD* ; il suit que *Ad, AD* :: *AD, CD*, c'est-à-dire que *Ad* est moindre, que *AD* dans la même proportion, que le demi diamétre

de la Terre eſt moindre, que la diſtance du point *d* au centre.

Par conſéquent, pour trouver la longueur *Ad*, il faut diminuer la hauteur *AD* dans la proportion du demi diamétre de la Terre, à la ſomme de ce demi diamétre, & de la hauteur au-deſſus de ſa ſurface; c'eſt pourquoi j'appellerai déſormais *Ad*, la *hauteur diminuée* du point *D*, & par la même raiſon, je pourrai appeller *Ae*, la hauteur diminuée du point *E*, & *Af* la hauteur diminuée du point *F*, ainſi ſi *h* eſt le point qui correſpond au point *H*, *Ah* ſera la hauteur diminuée du point *H*.

Maintenant il eſt aiſé d'obſerver, que comme les diſtances *Cd*, *Ce*, *Cf*, ſont en progreſſion Arithmétique, les hauteurs diminuées *Ad*, *Ae*, *Af*, y ſont auſſi; d'où l'on tire ce Theorême.

Si on prend des hautéurs diminuées en progreſſion Arithmétique, les denſités de l'air feront en progreſſion Geométrique.

Donc ſi on connoît la rareté de l'air à une hauteur quelconque *H*, on peut

aisément trouver sa rareté à une autre hauteur quelconque *D*; car comme la hauteur diminuée du point *H*, est à celle du point *D*, ainsi le Logarithme de la rareté de l'air en *H*, est au Logarithme de sa rareté en *D*, *ce qu'il falloit trouver*.

Toute la difficulté se réduit donc à trouver la rareté de l'air à quelque hauteur *H*, ce qu'on peut faire, comme je vous ai fait voir, en portant un Barométre au haut de quelque montagne, & en y observant l'abbaissement du mercure.

On en a fait l'Expérience sur le *Puy de Domme* en France, & sur la montagne *Snowdon* dans la Province de Galles; j'en ai parlé, quand j'ai traité cette matiere.

Mais la méthode que je vais maintenant vous donner, est bien plus prompte, & dépend des Expériences que nous avons faites nous-mêmes. Nous trouvons, comme je vous l'ai déja dit, en comparant plusieurs Expériences, que la pesanteur de l'air est à celle de l'eau, comme 1 à 850, donc une colomne d'air de 850 pouces, ou 70 pieds 10 pouces

de hauteur, pese autant qu'une colomne d'eau d'un pouce. Supposons que *AH*, hauteur du point *H* au-dessus de la surface de la Terre, soit de 70 pieds 10 pouces : donc, (parce que la hauteur ordinaire de l'eau dans le Tube de *Pascal* est 34 pieds ou 408 pouces, & que le poids de l'eau est en équilibre avec le poids de toute l'Atmosphére ;) il est évident que le poids de toute la colomne d'air qui est au-dessus du point *A*, est égal au poids d'une colomne d'eau de même base, & de 408 pouces de hauteur ; ôtez du poids de toute la colomne d'air, celui de la partie de cette colomne qui est entre *H* & *A*, & qu'on a prouvé égal à celui d'un pouce d'eau, le poids du reste de la colomne au-dessus du point *H*, sera égal à celui de 407 pouces d'eau : donc la force avec laquelle l'air est comprimé en *A*, est à celle avec laquelle il est comprimé en *H*, comme 408 à 407, & la rareté de l'air en *H*, est à celle du même air en *A* dans la même proportion. Vous sentez bien que

cette méthode suppose l'air de même densité dans tout l'espace *AH*. Ce qui n'est pas exactement vrai, mais la différence est si petite en 70 pieds, que l'erreur devient insensible; au reste, si vous voulez une plus grande exactitude, vous pouvez prendre *AH* aussi petite que vous voudrez (*a*).

(*a*) Dans cette solution aussi-bien que dans la premiere, page 183. on voit que pour trouver la rareté de l'air à une hauteur proposée, il faut d'abord la déterminer par Expérience, à quelque hauteur connuë; mais l'Auteur a perfectionné ces solutions dans son Livre *Harmonia mensurarum*, de sorte qu'on peut trouver cette rareté de l'air à une hauteur quelconque, sans être obligé de faire l'Expérience: ce qu'on peut regarder non-seulement comme quelque chose de très-curieux, mais aussi comme une preuve de l'excellence de sa méthode générale, de réduire les problêmes aux mesures des rapports & des angles, & cela immédiatement par les Tables des Logarithmes, des Sinus & Tangentes. Ce moyen est le plus court & le plus facile qu'on puisse employer dans la Theorie & dans la pratique. Pour preuve de ce que j'avance, je vais donner les solutions du problême que je viens de rapporter, & qui pourra servir de formule, sans cependant en donner la figure qui suppose une connoissance préliminaire des définitions que l'Auteur a données ailleurs. Mettant *l* pour le Logarithme de la rareté cherchée à une hauteur proposée *a*; *m* pour le Logarithme constant 0.4342944819, *h* pour la hauteur d'une partie homogene de l'Atmosphére réduite par-tout à la densité de l'air que nous respirons, *s* pour le demi diamétre de la Terre: suivant l'hypothese de la gravité uniforme de l'air à toute sorte

QUINZIE'ME LEÇON.

L'air est le milieu qui nous transmet les sons ; examen de leur vitesse & de leur propagation.

IL est aisé de conclure, des Expériences que vous venez de voir, que l'air est le milieu au travers duquel se fait la propagation des sons, depuis le corps sonore, jusqu'à notre oreille. A mesure que nous avons pompé l'air de notre Récipient, vous vous êtes apperçûs que le son de la clochette a diminué, & quand

de hauteur, on a $l = \frac{m}{b} \times a$; mais dans la véritable hypothese de la pesanteur diminuée en raison de l'augmentation des quarrés des distances, on a $l = \frac{m}{b} \times \frac{s}{s + a} \times a$.

Dans le même Ouvrage, l'Auteur a donné une solution générale de ce problême aussi simple, qu'aucune des autres solutions particulieres, en supposant la gravité comme une fonction quelconque de la distance du centre de la Terre.

L'estimation de la hauteur *h* à la pag. 174. est de 29254 pieds. M. *Newton* la fait 29725, prenant le *rapport* du vif-argent à l'eau : : $13\frac{2}{3}$ à 1, & de l'eau à l'air, comme 870 à 1, quand le vif-argent est à 30 pouces dans le Barométre. *Phil. nat. Princ, l. 2. prop.* 50 *Schol.*

l'air a été entiérement évacué, il a paru cesser entiérement. De même, à mesure que nous avons augmenté la densité de l'air par la compression, vous avez encore entendu le son s'augmenter, vraisemblablement dans la même proportion que l'air a été condensé.

On peut donc conclure raisonnablement, que l'air est le véritable & seul milieu, qui transmet les sons; car la cause & l'effet doivent se répondre mutuellement l'une à l'autre : quand on augmente ou diminuë l'une, l'autre doit augmenter ou diminuer dans la même proportion.

Peut-être dira-t'on que l'air ne fait que concourir à la production des sons, & non pas à leur propagation; car il peut arriver que par le défaut d'air, le corps sonore souffrira dans ses parties un dérangement qui le rendra incapable de concevoir les mouvemens nécessaires, pour exciter en nous la sensation du son? Si nous accordons cette Objection, il faut avoüer que nos Expériences ne prouvent pas ce que nous en avons prétendu con-

clure. Pour moi, je déclare, que je ne conçois point la ſuppoſition ſur laquelle cette Objection ſeroit fondée; car ſuivant les idées que j'ai ſur cette matiere, la préſence de l'air ſeroit plutôt un obſtacle aux mouvemens d'ondulation du Corps ſonore, qu'un moyen capable de contribuer à leur production; cependant pour vous donner une plus grande ſatisfaction là-deſſus, je vais vous rapporter quelques Expériences de M. *Haukſbée*, qu'on trouve dans les Tranſactions Philoſophiques, deſquelles il réſulte que le vuide ne ſçauroit tranſmettre les ſons actuellement produits.

„ Je pris, dit-il, un Récipient épais; „ armé d'un anneau de cuivre à ſon fond, „ dans lequel je renfermai une clochet„ te auſſi grande que le Récipient *la* „ pouvoit contenir, j'attachai fortement „ par le moyen d'une vis, ce Récipient „ à la platine de la Machine Pneumati„ que, avec un cuir mouillé entre deux; „ il étoit rempli d'air commun qui ne „ pouvoit aucunement ſortir, je le cou-

vris d'un autre Récipient plus large, & "
je pompai exactement l'air enfermé en- "
tre deux : par ce moyen j'étois sûr, que "
quand le battant viendroit à frapper la "
cloche, il se produiroit du son dans le "
Récipient intérieur, qui étoit plein "
d'air commun, & qui n'avoit souffert "
aucune altération par le vuide fait "
tout autour. Tout étant ainsi prêt, j'ai "
agité le battant de la cloche, mais il "
n'a passé aucun son au travers du vuide, "
quoi que je fusse très-certain qu'il s'en "
produisoit actuellement dans le Réci- "
pient intérieur : ,, il conclut de cette Expérience, que l'air est le milieu qui transmet les sons.

Maintenant, pour expliquer comment se fait la propagation du son, la plusspart des Physiciens ont recours à cet Expérience si commune d'une pierre jettée dans une eau dormante; car comme la surface de l'eau se couvre de vagues circulaires qui naissent successivement de la pierre, comme centre ; & s'en éloignent toujours parallélement, en deve-

nant de plus grandes en plus grandes, jusqu'à ce que rencontrant enfin le bord, elles s'évanoüissent ou se réflechissent les unes sur les autres ; de même, disent-ils, ces mouvemens d'ondulation si nécessaires dans les Corps pour produire les sons, doivent exciter dans l'air de pareilles vagues, qui s'étendant à de grandes distances, dans des cercles concentriques, viennent enfin jusqu'à nos organes, sur lesquels ils impriment un certain frémissement qui excite dans notre ame la sensation du son.

Il faut avoüer que cet exemple peut assez bien nous représenter les mouvemens imperceptibles de l'air, qui nous transmet les sons ; mais on ne doit pas porter la comparaison trop loin, car il est certain qu'elle ne se maintient pas bonne à tous égards ; quelques Physiciens du premier ordre se sont entêtés mal-à-propos sur cette Expérience, & ont voulu y découvrir une analogie plus exacte qu'elle n'est nécessaire. Je vais vous rapporter deux circonstances de cette Expé-

rience, dans l'une desquelles ces mouvemens de l'air & de l'eau s'accordent parfaitement bien, tandis qu'ils sont tout-à-fait contraires dans l'autre.

On peut facilement s'appercevoir, que les ondulations de la surface d'une eau dormante ne se transmettent pas seulement directement en avant; car si on met quelque obstacle capable d'en arrêter le cours, leur mouvement devenant oblique, elles se dilateront dans la partie de l'étang qui est immédiatement derriere l'obstacle, au lieu que cette partie auroit dû demeurer tranquile & unie, & n'auroit jamais dû participer à ce mouvement d'ondulation, s'il ne se fût étendu que par autant de rayons partis du Corps projetté.

Figurez-vous une cloison qui passe au travers d'un étang, & qui le partage en deux parties; imaginez qu'on a fait au milieu de cette cloison, une ouverture par laquelle l'eau peut communiquer d'une partie dans l'autre. Or si d'un côté l'on jette une pierre, les vagues continueront

à s'étendre jusqu'à ce qu'elles arrivent à la cloison où elles seront en partie réfléchies, tandis qu'une autre partie passera par l'ouverture, & s'étendra dans l'autre partie de l'eau; mais ces ondes s'étendront régulierement, comme si elles eussent eu l'ouverture de la cloison pour centre, & non pas par un mouvement direct & semblable à celui qu'elles avoient d'abord dans la premiere surface de l'eau avant que d'avoir passé par le trou, car la cloison la détruit; mais ce mouvement latéral & oblique est occasionné par l'inflexion qu'elles ont soufferte en passant par l'ouverture.

De même on peut observer que les Ondulations de l'air qui transmettent les sons d'un lieu à un autre, ne se distribuent pas non plus suivant des lignes droites tirées du Corps sonore, car s'il se trouve quelque obstacle, elles se plient aussi-tôt autour de lui, & arrivent à l'oreille de l'Auditeur par un mouvement oblique : c'est ainsi que deux personnes peuvent s'entretenir, quoiqu'il y ait une muraille

muraille fort haute entre deux : or il eſt certain que dans ce cas, le Son ne va pas de l'un à l'autre par un mouvement direct, mais qu'il monte depuis celui qui parle, jusqu'au haut du mur où rompant ſon cours, il deſcend & parvient à l'oreille de l'Auditeur ; de même quand on tire un coup de fuſil ſur le penchant d'une montagne, on entend fort bien le Son de l'autre côté, quoiqu'il ſoit certain que ce Son n'y ſçauroit parvenir qu'en ſe détournant, ou pardeſſus le ſommet de la montagne, ou par ſes côtés : ce ſont des faits dont tout le monde peut ſe convaincre par ſa propre Expérience ; mais les Philoſophes ſe laiſſent ſouvent entraîner par les préjugés, même juſqu'à conteſter les faits. Examinons donc la choſe avec attention, & voyons quelles conſéquences nous en pouvons tirer.

Pour cet effet, je tâcherai d'abord de vous faire comprendre auſſi clairement qu'il me ſera poſſible, comment ces ondulations ſe produiſent dans l'air, & comment elles s'y conſervent. Il eſt inu-

tile d'insister ici davantage sur celles qui se font sur la surface de l'eau, car il paroît qu'on n'a jamais beaucoup disputé sur leur propagation oblique.

Concevez donc, que quand les particules du corps Sonore viennent à prendre un mouvement de vibration, elles sont portées successivement en avant & en arriére : or quand elles vont en avant, elles doivent nécessairement presser les parties d'air qui leur sont contiguës, & les mouvoir aussi en avant dans la même direction que la leur, & par conséquent elles condenseront ces parties d'air ; mais quand les parties du corps Sonore retourneront en arriére, les parties d'air qui avoient été condensées se rétabliront en se dilatant, d'où il est manifeste que les parties d'air contiguës iront & viendront, & seront sujettes à un mouvement de vibration semblable à celui des parties du corps Sonore.

Par la même raison que le corps Sonore produit des vibrations dans les parties d'air qui lui sont contiguës, celles-

ci communiqueront un pareil mouvement à leurs voisines, & celles-ci à d'autres, & ainsi de suite ; & de même que les premieres sont condensées en allant en avant, & raréfiées en retournant en arriére, de même aussi les dernieres seront condensées en avant, & dilatées en retournant en arriére, par conséquent elles n'iront point toutes ensemble en avant, & ne reviendront point toutes ensemble : car dans ce cas, leurs distances respectives seroient toujours les mêmes, & par conséquent elles ne pourroient être successivement condensées ni raréfiées ; mais en se heurtant les unes les autres quand elles sont condensées, & s'écartant quand elles sont raréfiées, il faut qu'une partie aille en avant, pendant que l'autre retourne en arriére, & que cela se fasse successivement depuis la premiere jusqu'à la derniere.

Maintenant, le mouvement des parties qui vont en avant, & qui dans cette progression viennent à être condensées, constituë ces vibrations qui frappent notre

oreille, & les autres Corps qui leurs so
exposés. C'est ainsi que se fera la prop
gation du Son, par les vibrations succe
sives de l'air, qui partiront du corps So
nore; & parce que les vibrations de ce
corps Sonores, se succederont par des in
tervalles de temps égaux, celles qui se
ront excitées dans l'air par ces différen
tes vibrations, se succederont aussi le
unes aux autres par des intervalles de
temps égaux.

Vous voyez donc que les ondulations
de l'air consistent dans une raréfaction,
& une condensation réciproque de ses
différentes parties, comme celles de l'eau
consistent dans un flux & reflux successif
& réciproque des parties de l'eau; les
vibrations des parties d'air condensées ré
pondent aux ascensions de l'eau dans le
flux, & comme ces parties d'eau ainsi
élevées descendent par leur pesanteur,
de même les parties d'air condensées se
raréfient ensuite par la force de leur Elas
ticité.

On peut observer encore, que quoi

que ces vibrations soient étenduës à de très-grandes distances, par un mouvement direct & progressif; cependant les espaces dans lesquels les parties d'air font leurs vibrations, sont très-petits & presque insensibles. Il est inutile pour la propagation de ces vibrations, que toute la masse d'air soit muë directement en avant, comme dans le cas du vent : car par un semblable mouvement, comme je l'ai déja dit, les parties d'air garderoient toujours les mêmes distances respectives entr'elles, & par conséquent ne seroient pas condensées ni raréfiées successivement; or quelque petit que soit cet espace dans lequel ces parties achevent leurs vibrations, il sera toujours suffisant pour produire une condensation successive des parties, en quoi consiste le progrès de chaque vibration.

Il reste maintenant à prouver, que la propagation de ces vagues se fait non-seulement en avant par des lignes droites, suivant la direction du mouvement des parties du corps Sonore, mais aussi de

si longtemps sur cette matiere, si ce que je viens de vous dire, d'après M. *Newton*, peut servir à vous faire comprendre, comment se fait la propagation du Son au travers de l'air. Cette explication décide encore une question importante de Physique sur la propagation de la lumiere.

Quelques-uns ont crû que le soleil devoit élancer continuellement, & avec une force incroyable des particules de matiere très-déliées, qui après avoir traversé des distances immenses, impriment dans nos yeux ce mouvement nécessaire pour exciter dans notre ame la sensation de la lumiere; d'autres au contraire, & en plus grand nombre, ont crû que les particules de la lumiere, qui affectent nos yeux, n'arrivent point immédiatement du soleil, mais participent seulement de son mouvement, & que ces particules reçoivent ce mouvement par l'entremise d'une matiere subtile & etherée qui s'étend du soleil à nous, & dont elles-mêmes sont des parties.

Descartes, qui a soutenu le systême du

plein, a pensé que la propagation de la lumiere consistoit seulement dans une semblable pression transmise en un instant du soleil à nous, au travers du plein, mais cette explication a été amplement réfutée dans la suite, par la merveilleuse découverte de M. *Roëmer*. Il a fait voir clairement, par les Observations des Eclipses des Satellites de Jupiter, que la propagation de la lumiere est successive & ne se fait pas en un instant, quoique sa vitesse soit presque incompréhensible, puisqu'il ne lui faut qu'un demi quart d'heure pour venir du soleil à nous, tandis qu'un boulet de canon qui iroit toujours avec la même vitesse qu'il a en sortant de la piéce, employeroit 25 ans à parcourir le même espace.

M. *Huyghens* a proposé une nouvelle hypothese, dans laquelle il suppose que ce mouvement si rapide, se transmet du soleil à nous, par des ondulations successives de l'éther, semblables à tous égards à celles de l'air dans la propagation des sons. Quand on examine avec soin toutes

les différentes parties de cette hypothese, elle paroît très-ingénieuse & si heureusement assortie, qu'on ne sçauroit s'empêcher de la desirer véritable. Mais il résulte des Observations que j'ai faites cy-devant, que ni cette hypothese ni aucune de celles qui supposent un Fluide intermédiaire entre le soleil & nous, ne sçauroient expliquer comment se fait la propagation de la lumiere ; car si cette hypothese avoit lieu, il s'ensuivroit que la lumiere n'auroit pas un simple mouvement direct & progressif, mais qu'elle pourroit aussi se répandre obliquement, comme le Son, quand elle trouveroit quelque obstacle, qu'elle pourroit pénétrer dans les espaces qui seroient au-delà de ces obstacles : d'où il suivroit que nous devrions avoir un jour perpetuel, même à minuit, & qu'une Eclipse totale de Soleil seroit impossible. Je pourrois encore ajoûter quelques autres remarques, sur le mouvement de la lumiere, mais ce seroit une trop longue digression, je reviens à mon sujet.

La seconde particularité que j'ai à vous faire observer, c'est la différence des vitesses, des ondulations de l'air & de celles de l'eau.

On a trouvé par plusieurs Observations réïtérées, & on est généralement d'accord là-dessus, que tous les Sons, sont portés au travers de l'air avec une vitesse déterminée, & que la grandeur ou la petitesse du Son ne contribuë en rien, à en augmenter ni diminuer la vitesse : Or on pouvoit croire que les ondulations de l'eau, s'étendroient aussi toujours depuis le Corps central, qui les excite avec une vitesse aussi déterminée, quelque fût la grandeur ou la force du Corps central, quoiqu'à la vérité elle fut différente de la vitesse des Sons, d'autant qu'elles sont toutes deux excitées dans différents milieux.

Ç'a été le sentiment de *Gassendi*, qui a imaginé un parfait accord entre ces ondulations de l'air & celles de l'eau, mais cette opinion a été réfutée, par les Physiciens de l'Illustre Académie *del cimento*

de *Florence*, qui ont trouvé qu'elle étoit contraire aux Expériences, ils nous disent au contraire, que des Expériences réïtérées leur ont fait connoître, que plus la pierre est large, & plus la force avec laquelle elle est jettée dans l'eau est grande, plus aussi les vagues ont de vitesse.

M. *Newton* dans son Excellent Livre, *Principia Philosophiæ*, &c. va plus loin; il considere la nature de ces vagues, & de quelle maniere elles se forment, & de cette simple considération, il en déduit *à priori* les vitesses; il conclut que quand la force qui produit ces ondulations devient plus grande, & par conséquent, que quand leurs distances mutuelles sont aussi plus grandes, leurs vitesses augmentent en raison soudoublée de leurs distances. Ainsi si cette force augmente assez, pour que les distances entre les ondes deviennent 4 fois plus grandes qu'auparavant, la vitesse sera double, si leur distance devient 9 fois plus grande, leur vitesse sera triple, & quadruple si ces distances sont 16 fois plus grandes; & ce qu'il y a de

plus particulier, c'eſt qu'il fait voir que dans tous les cas, la viteſſe eſt telle, que ſi on prend la longueur d'une pendule égale à la diſtance des vagues, elles parcoureront un eſpace égale à ce même intervalle entre deux ondes, dans le temps que le pendule fera ſes vibrations; par conſéquent ſi la diſtance entre les ondes eſt de 39, 2 pouces, elles parcoureront cet eſpace en une ſeconde de temps; mais ſi la diſtance devient plus grande ou moindre que 39, 2 pouces, l'eſpace parcouru dans une ſeconde, augmentera ou diminuera dans une proportion ſoudoublée de la diſtance augmentée ou diminuée.

Sa maniere de prouver ces conſéquences eſt très-curieuſe, & je crois que je pourrois la rendre aſſez intelligible, mais comme elle n'eſt pas abſolument eſſentielle à mon ſujet, j'aime mieux vous renvoyer à ſon livre. La viteſſe du Son, que cet incomparable Phyſicien a auſſi déduite *à priori*, eſt ce qui mérite à préſent notre attention. Sa maniere de raiſonner ſur cette matiere eſt ſi ſublime & exige

une ſi grande application, que je penſe qu'il ne convient pas ici d'en faire le détail, il ſuffira de vous faire entendre ſa méthode générale.

Vous ſçavez que pour former ces ondulations néceſſaires à la propagation du Son, chaque particule d'air doit être mûe en avant & en arriére, en tournant pour ainſi dire, dans un eſpace très-petit. M. *Newton* va plus loin, il fait voir que ce mouvement en avant & en arriére n'eſt pas uniforme, mais acceleré & retardé par degrés, & précisément le même que celui d'un pendule : ce qu'ayant démontré, il conçoit l'Atmoſphére réduit par-tout dans une denſité uniforme, & ſemblable à celle de l'air que nous reſpirons à la ſurface de la Terre. Vous vous ſouvenez bien que nous avons déterminé la hauteur de l'Atmoſphére ainſi réduite d'environ 5 milles $\frac{1}{2}$. Il imagine donc un pendule auſſi long que cette hauteur, & calcule dans quelle proportion de temps, les particules d'air & ce pendule acheveront leurs vibrations reſpectives, en

comparant ces espaces & les vitesses avec lesquelles ils sont parcourus, il trouve que le temps des vibrations des particules d'air, est à celui des vibrations du pendule, comme la distance des ondes entr'elles, où comme l'intervalle des vibrations, est à la circonférence d'un cercle, dont le demi diamétre seroit la longueur du pendule, ou la hauteur de l'Atmosphére réduite.

Or les vagues en allant en avant, décrivent un espace égal à leur intervalle, dans le temps que chaque particule d'air fait sa vibration; donc le temps dans lequel les ondes parcourent un de leurs intervalles, est au temps auquel le pendule fait une de ses vibrations en allant & venant, comme l'intervalle entre les ondes, est à la circonférence que je viens de déterminer.

D'où il conclut que la vitesse de ces ondes de l'air, ou ce qui est la même chose, que la vitesse du Son est telle qu'il pourroit parcourir un espace égal à la circonférence d'un cercle, dont le demi

diamétre feroit la hauteur de l'Atmosphére réduite, dans le temps qu'un pendule de la même longueur, que ce demi diamétre feroit une de ses oscillations, ou pour m'exprimer encore plus simplement, que la vitesse du Son feroit égale à celle qu'auroit acquise un Corps pesant, en tombant de la moitié de la hauteur de l'Atmosphére réduite.

De-là il calcule, & après les réductions nécessaires, il trouve que le Son doit parcourir 1142 pieds par secondes, ce qui s'accorde avec les Observations les plus exactes, & ce qui confirme sans replique, que l'air seul, à l'exclusion de tout autre Fluide qu'on pourroit imaginer répandu entre ses parties, est le milieu qui transmet le Son.

Il faut avouer, que ceux qui ont observé la vitesse du Son, ne se sont pas toujours accordés dans leurs mesures. Mais on doit attribuer cette différence au défaut d'exactitude des méthodes qu'ils ont employées, ou bien aux distances qu'ils ont choisies trop petites pour faire leurs

Expériences.

Expériences. Je vais rapporter les meilleures; auxquelles on puisse se fier.

Mrs. *Cassini*, *Picard* & *Roëmer*, trois illustres Membres de l'Académie Royale des Sciences, ont faits leurs Expériences à la distance d'environ un mille & demi, & ont trouvé que le Son parcouroit dans une seconde de temps, environ 1172 pieds. L'Académie *del Cimento* de *Florence*, a fait faire ses Expériences à la distance d'environ 3 milles, & a trouvé 1148 pieds par seconde. Messieurs *Halleï* & *Flamsteed* par une Observation faite à pareille distance, ont trouvé 1142, & cette derniere vitesse est confirmée par de plus exactes recherches de M. *Derham*, Recteur d'*Upminster*, dans la Province d'Essex, & Membre de la Société Royale. Transactions Philos. N°. 313.

On trouve dans les Transactions Philosophiques, un détail des Observations qu'il a faites avec grand soin pendant l'espace de trois années à différentes distances, depuis un mille jusqu'à 12. Nous pouvons donc conclure avec assurance,

que la viteſſe du Son eſt de 1142 pieds par ſeconde, à très-peu de choſe près.*

Je dis à peu de choſe près, parce qu'il eſt certain que le vent favorable ou contraire, peut augmenter ou diminuer cette viteſſe. Chacun ſçait que le vent n'eſt autre choſe, qu'une certaine quantité d'air muë en avant, avec un mouvement direct & progreſſif ; ſi donc ce volume d'air eſt mû dans le même ſens que les ondes Sonores, les ondes participeront de ce mouvement : s'il eſt mû en ce ſens contraire, les ondes ſeront retardées, de ſorte que la viteſſe du Son augmentera dans le premier cas, & ſera retardée dans le ſecond, proportionnellement à la viteſſe du vent.

* Par des Expériences plus récentes, & faites avec beaucoup de ſoins, M. *Caſſini* le fils a déterminé la viteſſe du Son, entre la Tour de *Montlhery* & la Pyramide de *Montmartre*, [dont la diſtance eſt 14636 t.] de 173 toiſes, ou 1038 pieds par ſeconde = 1106 pieds Anglois ; & à une diſtance de 22537 toiſes, ſçavoir, entre le Fanal de Sette & la Tour de *Conſtans* à *Aigues-mortes*, le Son traverſant une partie du Golfe de Lyon, il a déterminé ſa viteſſe de 1041 pieds par ſeconde = 1109 $\frac{1}{2}$ pieds Anglois. Dans ces Expériences le vent étoit inſenſible, ou ſouffloit tranſverſalement. Mém. Ac. année 1738. pag. 135. & 1739. pag. 127.

L'Académie de Florence, & quelqu'autres Physiciens, qui ont fait de semblables Expériences, n'ont point observé que le vent changeoit sensiblement la vitesse du Son, c'est pourquoi on a cru qu'il conservoit toujours la même vitesse; mais M. *Derham* nous a enfin détrompé, il nous assure que dans certaines Observations, il a trouvé une accélération dans les vitesses qui, quoique fort petite, est cependant assez sensible à de grandes distances, telles que celles dont il s'est servi. Il a fait aussi plusieurs Expériences sur la vitesse du vent en particulier, il dit que par une tempête si violente, qu'elle renversa presque un moulin à vent, auprès duquel il faisoit ses Observations, il a trouvé plusieurs fois que le vent n'avoit que 66 pieds de vitesse par seconde, d'où il est facile de conclure qu'un vent moderé ne change pas sensiblement la vitesse du Son.

Considerons à présent les effets du chaud & du froid sur le Son. Puisque par la chaleur l'air se dilate, il est évident

que la hauteur de l'Atmoſphére, ſuppoſé qu'elle ſoit par-tout de même denſité, augmentera à proportion de cette expanſion, & par conſéquent, que la viteſſe du Son qui eſt égale à la viteſſe qu'acquereroit un Corps peſant, en tombant de la moitié de cette hauteur, ſera auſſi augmentée en raiſon ſoudoublée, de cette même expanſion, & on peut dire la même choſe des effets du froid, ſçavoir que la viteſſe du Son diminuera en raiſon ſoudoublée de la condenſation de l'air.

Par quelques Obſervations faites ſur la dilatation & la condenſation de l'air, depuis ſon plus grand degré de chaleur jusqu'à ſon plus grand degré de froid, j'ai trouvé que la moyenne viteſſe du Son pouvoit augmenter ou retarder de $\frac{1}{30}$, & qu'ainſi le Son peut parcourir 1141 ± 38 pieds en une ſeconde, ſelon que la ſaiſon eſt plus chaude ou plus froide (a).

(a) Par l'Expérience de M. *Haukſbée*, (Tranſ. Phil. nº. 315) les proportions de la plus grande, de la moyenne & de la moindre dilatation de l'air dans ces climats, ſont exprimées par les nombres 144, 135, 126, qui ſont comme 32, 30, 28, (en diviſant par 4, 5) *ſuppoſons donc la moyenne hauteur de l'Atmoſphére réduite, diviſée en 30*

Quoique M. *Derham* dise qu'il n'a jamais observé, que le chaud & le froid apportent de différence sensible dans la vitesse du Son, nous ne devons cependant pas conclure contre la Theorie, qu'il n'y en a aucune ; je ne doute point de son exactitude ni de sa fidélité, & j'aime mieux dire, qu'apparemment quand il a fait ses Expériences, les variations du froid au chaud étoient trop peu considérables, pour que cette différence dans la vitesse du Son pût se faire appercevoir, ce qui peut fort bien être, puisqu'à peine dans la plus grande variation de la chaleur, cette différence est-elle de la $\frac{1}{30}$ partie de la vitesse.

Ce qu'il ajoûte sur la variation de la hauteur du mercure dans le Barométre, sçavoir, qu'elle n'a aucune influence sur la vitesse du Son, est plus facile à croire ;

parties égales, la plus grande hauteur sera 32, & la moindre 28 ; donc par ce qui a été prouvé dans cette Leçon, la moyenne vitesse du son augmentera en raison soudouble de 30, à 32, c'est-à-dire, comme 30, à 31 environ ; cette augmentation sera donc $\frac{1}{30}$ de la moyenne vitesse, ou $\frac{1}{30}$ de 1142 pieds, ou bien enfin 38 pieds par seconde : cette moyenne vitesse pourra être diminuée de la même quantité.

car cela se confirme aussi par la Theorie. Il est certain que la hauteur de l'Atmosphére réduite au même degré de densité, ne doit point suivre les variations du Barométre; car quoique l'étenduë de cette Atmosphére uniforme soit souvent changée, cependant (mettant à part les variations par le froid & le chaud,) sa densité changera toujours dans la même proportion, & la hauteur demeurera toujours la même, par conséquent la vitesse acquise en tombant de cette hauteur, (qui est égale à celle du Son,) demeurera aussi toujours la même.

D'où l'on voit que la propagation du Son est également prompte, soit que l'air soit plus rare ou plus dense, ou que son Elasticité augmente ou diminuë dans la même proportion que sa densité; ce qui arrive toujours, excepté quand le chaud & le froid dérangent cette proportion.



SEIZIE'ME LEÇON.

L'air est quelquefois absorbé, & quelquefois il est reproduit : la nature de cet air artificiel ; Explosions dans le vuide, dissolutions, fermentations, &c.

QUOIQUE les Expériences que nous venons de faire, soient suffisantes pour nous convaincre que certains Corps solides qui souffrent quelque altération dans leurs parties, peuvent produire une quantité d'air considérable, soit que cette altération se fasse par degrés & insensiblement, comme dans la putréfaction & les fermentations très-lentes, soit qu'elle se fasse très-promptement comme dans les dissolutions, soit enfin que cette altération soit instantannée comme dans l'explosion de la poudre à canon : cependant j'aurois ajoûté pour plus grandes preuves, l'Expérience que fit il y a quelque temps le Docteur *Slare*, sans le danger qu'il y a de la répeter : en voici le détail qu'il a donné lui-même.

„ Nous prîmes, dit-il, une demie drachme d'huile de semences de *Carvi*, & nous la versâmes dans un petit pot de fayance ; ayant mis dans une petite bouteille, une drachme de notre esprit de Nitre composé,& placé cette petite bouteille dans le pot de fayance, nous mîmes le tout sous un Récipient de trois pintes, sur la Machine Pneumatique de M. *Papin* ; quand nous eûmes vuidé tout l'air, nous renversâmes la bouteille, pour voir ce qui arriveroit de ce mélange dans le vuide ; mais en un clin d'œil le Récipient sauta en l'air, & le mélange s'enflamma, ce qui nous effraya tous. Je n'ai jamais rien vû ni entendu de semblable d'aucun mélange fait dans le vuide, quoi que j'en aie fait plus d'un millier : car à en juger par les Expériences surprenantes de l'illustre M. *Boyle*, l'absence d'air devoit presque toujours éteindre le *feu* & la flamme ; l'élancement du Récipient fait aussi une Expérience des plus singulieres & des plus difficiles à expliquer.

Comment ces liqueurs, dont la quantité est à peine une drachme & demie, " ont-elles pû produire une si grande " quantité d'air ? car non-seulement elle a " dû être suffisante pour emplir le Récipient, mais il a fallu encore que cet air " fut assez comprimé, pour excéder la " résistence considérable de la partie de " l'Atmosphére, qui pesoit sur ce Récipient, dont le diamétre étoit de six pouces, & la hauteur de plus de huit, sans " quoi il n'auroit pû sauter en l'air. "

En considérant attentivement les " Phœnomenes de cette Expérience, " nous trouvons que la résistance étoit de " quelques quintaux, & qu'ainsi la force " avec laquelle le Récipient a été élancé, a dû être beaucoup plus grande; " cette explosion n'a pû être occasionnée " par la dilatation de l'air commun caché entre les parties des liqueurs, car " on l'a vû sortir de ces mêmes liqueurs " avant le mélange, à mesure qu'on a " pompé celui du Récipient. Il est très-certain que la Pompe n'en avoit laissé "

„ aucune particule Elaſtique. Cet air a
„ donc été produit dans l'inſtant du mé-
„ lange par la violente agitation de ces
„ liqueurs ſi dilatables ; il n'a pas été ab-
„ ſolument produit de nouveau, & nous
„ pouvons raiſonnablement croire qu'il
„ y étoit renfermé, quoique dans un état
„ différent de celui de l'air ordinaire : car
„ tout ce qu'a produit l'effet de la Ma-
„ chine, a été ſeulement de le délivrer
„ de la compreſſion de l'Atmoſphére en
„ le laiſſant ſe dilater, comme fait une
„ veſſie quand on ceſſe de la comprimer,
„ & qu'on ôte tout ce qui s'oppoſe à ſon
„ expanſion ; nous avons donc raiſon de
„ conclure, que nos liqueurs ont de cet-
„ te ſorte d'air, qui par l'inflammation
„ prend un mouvement rapide, & ſe di-
„ late à un degré capable de produire
„ un effet auſſi ſurprenant que celui que
„ je viens de rapporter. Les circonſtan-
„ ces ſingulieres de cette Expérience,
„ me fait appeller ce mélange, une eſpe-
„ ce de *Poudre à Canon liquide.* „

Je vais maintenant vous donner un dé-

tail abregé des Obſervations de M. *Boyle*, qu'on trouve dans ſa ſeconde continuation des Expériences Phyſico-méchaniques. Comme elles ſont encore les meilleures, & preſque les ſeules * qu'on ait faites ſur cet air artificiel, elles ſeront très-propres à nous faire connoître ſa nature & ſes propriétés ; je ferai mon extrait auſſi plus court que je pourrai, pour ne pas vous ennuyer. Ceux qui en deſireront davantage, pourront lire cet excellent Ouvrage tout entier.

* On en trouve un grand nombre & de très-belles, dans le ſixiéme Chapitre de la Statique des Vegetaux de M. *Hales*, traduite en François par M. de *Buffon*.

ARTICLE PREMIER.

Différents moyens de produire de l'air.

LE Pain ne produit pas d'air par lui-même dans le vuide, mais quand il eſt un peu humecté & paîtri, il en produit une bonne quantité, d'où on a conclu que l'eau eſt un diſſolvant capable de tirer l'air du Pain ; on a auſſi eſſayé de le brûler dans le vuide, avec un verre ar-

dent, & par ce moyen il s'eſt produit beaucoup d'air, qui s'élançoit à tout moment comme par fulmination ; d'où il eſt très-probable, que l'air de ce pain eſt ſi étroitement renfermé, qu'il n'eſt pas facile de l'en délivrer ; mais que ſi quelque choſe peut le débarraſſer, il peut alors produire de grands effets.

Des Raiſins ſecs pilés & humectés, ont produit beaucoup plus d'air que d'autres qui n'étoient pas humectés ; il paroît donc que l'eau eſt un agent capable d'en tirer l'air. On a obſervé que la production de l'air, ne commence pas immédiatement dans le temps de l'affuſion de l'eau, mais qu'elle ſe fait rapidement au bout de cinq ou ſix jours, quand les parties d'eau ſe ſont inſinuées profondément, & ont mieux pénétré les Raiſins.

On a enfermé des Poires pilées dans deux Récipients différents, & on a trouvé que dans un de ces Récipients qui avoit été expoſé au ſoleil, il s'étoit produit beaucoup plus d'air que dans l'autre, d'où on a conjecturé que la chaleur

du soleil aide beaucoup à la production de l'air.

Des Raisins pilés dans le vuide avec de l'esprit de vin, ont produit beaucoup plus d'air que sans cette liqueur, d'où il paroît que l'esprit de vin concoure à la production de l'air dans les Corps enfermés dans le vuide, quoique par d'autres Expériences il paroisse empêcher entiérement cette production dans les Corps enfermés dans l'air commun.

Par des Expériences faites avec des Pommes cuites, cruës, sucrées, non sucrées, & enfermées dans des Récipients de différentes grandeurs, on a conclu, que la capacité des Récipients, le sucre & la crudité du fruit, concouroient tous à la production de l'air.

ARTICLE II.

Différentes manieres d'empêcher la production de l'air.

On a mis dans un Récipient vuide d'air, de la pâte faite avec de la farine de

froment ſans levain, & on a placé ce Ré-
cipient dans une chambre où il y avoit
grand feu, néanmoins, la pâte n'a pas
produit d'air dans l'eſpace de 10 heures,
d'où on a penſé, que quand la pâte a une
fois ſouffert trop de froid, elle peut à
peine recouvrer ſa faculté de fermenter;
car dans un autre temps de la pâte faite
ſans levain dans l'Eté, a produit beaucoup
d'air en peu de temps dans le vuide.

Sur de la pâte faite avec du levain, on
a verſé de l'eſprit de vin, l'Expérience a
fait voir que l'eſprit de vin interrompoit
la fermentation, & empêchoit la produc-
tion de l'air.

Par quelques Expériences faites ſur les
Poires, on a vû que les fruits enfermés
dans un Récipient avec une grande quan-
tité d'air comprimé, ne produiſoient pas
une auſſi grande quantité d'air artificiel,
que dans les milieux moins denſes; on
a de plus remarqué, que cet air artificiel
ſe produiſoit à pluſieurs fois, & que les
variations de froid & de chaud contri-
buoient beaucoup à ces alternatives;

quoiqu'ils n'en soient pas la véritable cause. On a trouvé que la même chose arrivoit avec la Pâte.

On a mis dans un Récipient des Raisins secs pilés & trempés dans du vinaigre, on a vuidé l'air, & on a trouvé que le vinaigre empêchoit la fermentation des Raisins, & par conséquent la production de l'air.

On a mis des Raisins secs & des Abricots dans deux Récipients, l'un desquels étoit plein d'air produit des Cerises, & l'autre plein d'air commun; on a trouvé que l'air artificiel des Cerises empêchoit les Abricots d'en produire, cependant on a jugé qu'il avoit altéré leur couleur & leur dureté, mais qu'il conservoit leur goût.

On a mis dans des Récipients plein d'air commun, des grappes de Raisin avec de l'Esprit de vin, & sans Esprit de vin: il a paru, que dans l'air commun l'Esprit de vin empêchoit la fermentation, quoique par d'autres Expériences, on ait trouvé qu'il l'animoit dans le vuide.

Dans un Récipient vuide d'air, on a enfermé quelques Pêches avec de l'Esprit de vin, qui ne touchoit point les Pêches : on a enfermé dans un autre Récipient plein d'air commun d'autres Pêches en pareille quantité, sans Esprit de vin. On a trouvé par cette Expérience, que les vapeurs de l'Esprit de vin empêchoient quelquefois la fermentation & la production de l'air, mais toujours moins que l'Esprit de vin lui-même.

Par des Expériences faites sur de la Pâte levée, & sans levain, toutes deux avec l'Esprit de vin, & sans Esprit de vin, on a conclu que le levain empêchoit plutôt la production d'air, qu'il ne l'avançoit, si la Pâte n'étoit pas faite dans un lieu suffisamment chaud.

De l'Ale nouvelle ayant été renfermée dans un Récipient si plein qu'il ne pouvoit y rester d'air, & une pareille quantité de même Ale ayant été enfermée dans un autre Récipient, dans lequel on avoit réservé un espace plein d'air, il a paru que l'Ale fermentoit plus lentement s'il n'y

a

a pas d'air dans le vaisseau, qu'avec de l'air, cependant à la suite du temps il fait un grand effort, si on ne lui a pas laissé assez de place pour s'étendre.

Ayant enfermé des Pois verds dans un Récipient vuide, avec de l'Esprit de vin & sans Esprit de vin, on a vû que l'Esprit de vin empêchoit la production de l'air des Pois.

ARTICLE III.

Les effets de l'air Artificiel, sont différents de ceux de l'air Commun.

Par deux Expériences faites sur des Cerises, on a conclu que dans l'air artificiel, les fruits produisent moins d'air que dans l'air commun, & qu'ils y conservent mieux leur couleur & leur goût. On a aussi observé que les Cerises contiennent beaucoup d'air, qu'elles produisent très-irrégulierement.

On a fait quelques Expériences avec des Raisins verds dans l'air commun, & dans l'air artificiel des Poires, desquels

les on a conclu que l'air artificiel étoit propre à altérer la couleur des fruits, & que cependant il conservoit leur goût.

On a trouvé qu'un mélange d'air commun & d'air produit des Cerises, conservoit mieux des Oranges, que l'air commun tout seul.

Ayant mis deux morceaux de chair de Bœuf dans deux différents Récipients, l'un desquels étoit rempli d'air commun, & l'autre d'air produit des Cerises, on a trouvé par la comparaison, que l'air des Cerises empêchoit la viande d'en produire.

On a mis dans un Récipient plein d'air ordinaire deux Oignons, pour voir si la vegetation, augmenteroit ou diminueroit la quantité d'air renfermée avec ces Oignons; on en a mis deux autres dans dans un Récipient plein d'air artificiel de la Pâte, & ayant comparé le résultat, on a trouvé que l'air artificiel n'empêchoit pas du tout la vegetation, & que non-seulement le volume des Corps, mais aussi la quantité d'air, augmentoient dans la vegetation.

Ayant enfermé du Verjus en grains dans de l'air artificiel des Pois, & dans de l'air commun, le résultat a confirmé que l'air artificiel conserve la couleur des fruits & en altére le goût; au contraire de ce qu'on a vû dans les premieres Expériences.

On a enfermé de la Giroflée dans trois Récipients différents, sçavoir dans l'air ordinaire, dans le vuide, & dans l'air artificiel de la Pâte; on a observé que l'air artificiel altéroit plutôt la couleur, mais qu'il préservoit de la moisissure, ce qui arrive aussi dans le vuide.

Par une Expérience faite dans deux Récipients, avec de l'air commun & de l'air artificiel des Cerises, on a trouvé que ce dernier altéroit la fermeté & la couleur des Abricots; une petite partie de cet air fut d'abord absorbée.

On a mis dans trois Récipients des Raisins secs, sçavoir dans le vuide, dans l'air des Groseilles, & dans l'air commun; ces Expériences ont fait voir que l'air artificiel avoit avancé l'altération.

On a enfermé quelques Pêches dans un Récipient plein d'air commun & d'air produit des Raisins, dans lequel on avoit laissé les Raisins, pour que l'air commun fût mieux saoulé d'air artificiel ; on a conclu de cette Expérience, que l'air commun corrompt bien-tôt les fruits, & que cependant il le fait moins vîte, s'il est mêlé d'air artificiel.

Dans quatre Récipients différents, on a mis d'égales quantités de Poires coupées par morceaux, un de ces Récipients étoit plein d'air commun & fermé exactement, l'autre étoit plein du même air, mais non pas exactement fermé, un troisiéme étoit plein d'air des Cerises, enfin le quatriéme étoit vuide. On a observé que la corruption ne commence pas plutôt dans l'air libre que dans l'air renfermé; mais quand elle a une fois commencé, elle va beaucoup plus rapidement dans l'air libre, l'air enfermé paroissant être bien-tôt rassasié. On a aussi observé, que l'air artificiel étoit très-propre à amollir les fruits, & il paroît probable que la pro-

duction de l'air a été ici excitée par l'air artificiel, quoiqu'il en soit arrivé autrement avec les Abricots, dans une autre Expérience.

On a enfermé des Abricots dans quatre Récipients différents, dont un bien fermé & plein d'air commun : l'autre plein du même air, mais mal fermé : un troisiéme plein d'air commun mêlé d'air artificiel des Pois : enfin le quatriéme plein d'air commun raisonnablement comprimé : on a conclu, que la quantité de la corruption est proportionnelle à la quantité d'air, & que dans l'air artificiel l'altération est plus vive, mais qu'à la suite du temps la corruption y devient beaucoup plus grande que dans l'air commun.

ARTICLE IV.

Les effets de l'Air comprimé, sont différents de ceux de l'Air commun.

Ayant mis des Oignons dans l'air commun & dans l'air condensé, on a trouvé qu'une legere compression, n'empêchoit

pas les Corps de se raréfier par la vegetation.

On a mis des Tulipes & des pieds d'Allouëttes dans de l'air commun & dans de l'air condensé, & on a jugé que la compression empêche dans quelques plantes la putréfaction & la moisissure.

On a mis dans de l'air commun & dans de l'air condensé une moitié d'Orange, & l'Expérience a confirmé, que l'air condensé retarde quelquefois la corruption ; cependant quelques Expériences ont prouvé que le progrès de la corruption dépend de la quantité d'air.

Ayant renfermé dans l'air commun, & dans l'air comprimé d'égales quantités de Roses, il a paru que l'air comprimé en altéroit plus volontiers les couleurs que l'air ordinaire.

On a mis les deux moitiés d'une Orange dans l'air comprimé & dans l'air ordinaire, d'où l'on a jugé que la moisissure dépend de la quantité d'air.

On a enfermé deux Souris dans l'air commun & dans l'air comprimé, on a

trouvé que la Souris dans l'air commun avoit abſorbé quelque quantité d'air ; & en comparant le temps que chacune a vécu dans cette priſon, on a décidé que l'air comprimé entretenoit mieux la vie des animaux, mais on doit obſerver que cette compreſſion n'étoit pas bien grande.

On fait la même Expérience ſur des Mouches, & il a paru qu'elles n'étoient pas ſenſibles à une petite compreſſion, ni même à une grande raréfaction, à moins qu'elle ne fut très-conſidérable ; on a voulu faire la même choſe ſur des Grenouilles, mais on n'en a rien pû conclure de certain.

Par une autre Expérience faite avec des Oranges coupées, on a confirmé que la quantité de moiſiſſure dépendoit de la quantité d'air ; mais on a auſſi obſervé que la moiſiſſure paroiſſoit un peu plus tard dans l'air comprimé que dans l'air commun : quoique par la ſuite elle s'étende beaucoup davantage dans l'air comprimé. On a conclu la même choſe de quelques Expériences répetées ſur des

Roses, sur des morceaux de Limon, sur de la Giroflée.

On a mis dans un Récipient plei d'air commun une *Souris*, pour sçavoi si elle produiroit ou absorberoit de l'air on a conclu qu'un Animal vivant con somme de l'air, mais qu'un Animal mort en produit.

Par quelques Expériences faites sur des Animaux, on a trouvé *qu'une* grande compression leur est nuisible & même mortelle.

ARTICLE V.

Effets de l'air artificiel sur les Animaux.

On a enfermé dans un Récipient des Abeilles vivantes, du vinaigre distillé & du corail en poudre; ayant bien pompé l'air du Récipient, on a jetté le corail dans le vinaigre, mais l'air produit par la fermentation n'a pas rendu le *mouvement* aux Abeilles; cependant quand elles ont été dans l'air commun, elles ont commencé à s'agiter, d'où on a soup-

çonné que l'air artificiel nuisoit aux Animaux.

On a mis deux Mouches dans un Récipient, dans lequel on avoit introduit l'air artificiel des Groseilles à la place de celui qu'on avoit pompé, on en a mis deux autres dans le vuide d'abord, & ensuite on leur a rendu l'air; celles-ci ont continué à se mouvoir dans cet air nouvellement rendu, tandis que les autres sont mortes, malgré l'air artificiel des Groseilles. On a répeté cette Expérience, dont le succès a confirmé que l'air artificiel est nuisible aux Animaux.

Ayant rempli trois Récipients avec de l'air de la Pâte, on a mis dans un d'eux un cornet parfumé auquel on a mis le feu, ce Récipient étoit bouché, le feu s'est éteint en une minute de temps; on a ensuite chassé l'air artificiel avec un soufflet, & on a rallumé le papier, or quoique le Récipient fut fermé aussi exactement qu'auparavant, le papier néanmoins a flambé assez longtemps.

On a mis une Mouche dans le second

Récipient, elle a paru mourir ſubitement, mais ayant été expoſée au ſoleil, elle eſt revenuë en peu de temps, on a ſoufflé l'air du Récipient, & on a remis la Mouche, il ne lui eſt plus rien arrivé. On a répeté la même Expérience avec la même Mouche, dans un troiſiéme Récipient rempli auſſi d'air artificiel, l'Expérience a réüſſi de même, excepté que la Mouche ayant été plus longtemps renfermée, ne s'eſt pas ſitôt rétablie; d'où il paroît que non-ſeulement l'air artificiel eſt contraire aux Animaux, mais auſſi à la flamme.

On a fait encore pluſieurs autres Expériences ſur différents Animaux, d'où on a conclu comme auparavant, que l'air artificiel leur eſt très-pernicieux, mais que ſi on le mêle avec de l'air commun, il ne produit pas ſi promptement ſes effets, & il paroît d'autant plus pernicieux qu'il eſt moins mêlé; on a penſé auſſi que l'air artificiel nuit plus aux Animaux que le vuide même, d'où on a conclu qu'il tuë par quelque qualité venimeuſe, &

non pas par le défaut d'air commun. L'air produit des Cerises, a quelquefois été moins nuisible aux Grenouilles, que l'air produit de la Pâte; l'air produit des Groseilles moins nuisible aux Souris, que celui de la poudre à canon, & les Limaçons ne se sont pas si mal trouvé de l'air des Pois, que de celui de la Pâte.

ARTICLE VI.

Animaux dans le vuide.

Un Papillon qu'on avoit enfermé sous un Récipient vuide d'air, a cessé de se mouvoir au bout de trois heures, & quand on a laissé rentrer l'air, il a paru se mouvoir comme à l'ordinaire. On l'a ensuite lié par une de ses Cornes, & on l'a suspendu par le fil dans le Récipient, il s'agitoit & se portoit très-librement de côté & d'autre en battant des aîles; mais quand on a repompé l'air, il a reparu immobile, car il n'a pû remuer le fil ni se déranger tant soit peu de la perpendiculaire.

Par une autre Expérience faite sur des Mouches dans un air très-raréfié, on a conclu qu'il ne faut à ces insectes qu'une très-petite quantité d'air.

On a tenu assez longtemps des Limaçons dans le vuide, jusqu'à ce qu'ils parussent avoir perdu tout leur mouvement, dans cet état ils ont produit quelque Air, quoiqu'ils ne fussent pas si bien morts, qu'ils n'en pussent réchapper.

On a mis sous le Récipient dans le vuide, des Mouches de viande avec leurs œufs, on a trouvé que ces *insectes* peuvent éclorre & vivre, sinon dans le vuide, du moins dans un air très-raréfié.

Par une autre Expérience *semblable*, on a conclu que les insectes ne pouvoient éclorre ni vivre dans le vuide, quoiqu'on vienne de voir qu'ils le peuvent dans un air très-raréfié, ce qui a été confirmé aussi par de nouvelles Expériences.

On a enfermé pendant quelque-temps dans le vuide, du vinaigre plein de ces petites Anguilles qu'on y apperçoit avec le Microscope, & on a gardé une autre

partie du même vinaigre dans l'air libre ; les Anguilles du vinaigre enfermé dans le vuide sont mortes, tandis que celles qui étoient dans l'air libre, ont paru aussi vives qu'auparavant.

ARTICLE VII.

Expériences sur le Charbon ardent, dans l'air comprimé.

On a conclu de ces Expériences, que la quantité de matiere consommée dans un temps donné, répondoit à peu près à la quantité d'air comprimé.

ARTICLE VIII.

Usage du Feu pour produire de l'air.

On a brûlé dans le vuide du papier enduit de soufre, il a produit de l'air qui n'a point diminué pendant deux jours entiers, ce qu'on doit attribuer au papier, car on a trouvé que le soufre seul ne produit point d'air.

La corne de Cerf brûlée dans le vui-

de, a produit de l'air, mais une partie de cet air a été abſorbée dans un petit eſpace de temps, & une autre partie a gardé ſon Elaſticité pendant une bonne heure, après que le verre ardent a été ôté, & par la ſuite elle n'a pas diminué.

L'Ambre ne produit point d'air, même en brûlant.

On a placé du Camphre dans le vuide, ſur un fourneau de digeſtion; & quoiqu'il ſe ſoit ſublimé en fleurs, cependant il n'a pas produit d'air.

On a fondu du Soufre minéral dans le vuide par le moyen d'un verre ardent, mais la fumée n'a pas paru produire aucun air.

De la Pâte qui avoit été enfermée dans le vuide depuis neuf jours, & qui paroiſſoit avoir rendu tout ſon air, a été expoſée au foyer du verre ardent, les fumées ont donné à la Pâte une belle couleur jaune fort vive, & on a conjecturé que dans cet embraſement il y avoit eu quelque petite quantité d'air de produite.

ARTICLE IX.

Production de l'Air dans le vuide.

On a enfermé dans le vuide des Raisins & des Figues séches, & on a trouvé que les fruits secs produisoient très-peu d'air dans le vuide.

Des Abricots ont paru produire de l'air presque aussi aisément dans le vuide, que dans l'air libre, en comparant le résultat des Cerises dans le vuide, quand elles étoient entieres, & quand elles étoient écrasées ; on a conclu que les Cerises écrasées produisent plutôt leur air, que quand elles sont entieres.

On a mis dans un Récipient vuide d'air, des Choux coupés par morceaux, & par la comparaison des circonstances de cette Expérience, on a conclu, que quand les Corps se pourrissent, ils ont déja produit presque tout leur air ; des Expériences faites sur des Pommes, ont confirmé la même chose.

On a mis égale quantité de Lait, dans

deux Récipients d'égale grandeur, on e
a laissé un plein d'air commun, & l'autr
a été vuidé; on a observé 1°. que le Lai
se caille un peu plus tard, quand il est
dans le vuide. 2°. Que le Beurre, le petit Lait & la partie Caseuse, se mêlent confusément dans l'air libre, mais que dans le vuide ils se séparent, & gardent l'ordre de leur pesanteur en nageant l'un sur l'autre. 3°. Que le vuide empêche ou retarde beaucoup la putréfaction du Lait. Enfin, que le Lait par son séjour dans le vuide, devient incapable de produire des vers, de même que dans l'air commun.

On a fait la même Expérience avec de l'Urine, & en comparant la quantité d'air produite dans ces deux Expériences, il paroît que l'Urine qui est une humeur Excrementitielle, contient moins d'air que le Lait qui est une humeur Alimentaire; on a remarqué de plus, que l'air avoit plus d'efficacité, pour corrompre l'Urine.

Ayant mis dans un vaisseau de verre de la Pâte, bien délayée, on l'a placé
sous

fous un Récipient vuide d'air, quoique ce vaisseau ne fût pas à moitié plein, cependant la Pâte s'étoit si fort raréfiée dans le même jour, qu'elle avoit passé pardessus les bords du vaisseau : le jour suivant elle continuoit à s'enfler; & on y appercevoit quelques crevasses; le troisiéme jour elle étoit encore plus gonflée & avoit produit beaucoup d'air, le quatriéme jour au matin, le Récipient ne tenoit plus à la machine, par la grande quantité d'air qui avoit été produit, & un peu de la Pâte avoit été répanduë, cependant elle s'étoit un peu rabaissée, & dans l'après-midi le gonflement étoit beaucoup diminué; elle occupoit encore néanmoins le double d'espace qu'auparavant, le goût n'en étoit pas acide, & le pain qu'on en fit, parut plus mollet.

On mit sous un Récipient vuide d'air, une certaine quantité de Bœuf, & on conclut du résultat, que quand la viande se pourrit, elle ne produit pas beaucoup plus d'air, que quand elle est

fraîche, quoiqu'on ait obſervé le contraire dans les fruits.

Par une Expérience faite ſur les Groſeilles, on s'eſt apperçû que ces fruits quand ils ont produit tout leur air, reçoivent très-peu d'altération, comme ſi cet air étoit la cauſe de leur corruption.

En traitant de la même maniere les Raiſins ſecs, on a trouvé que les fruits ſecs produiſent très-peu d'air.

Une Expérience faite ſur les Amandes, a démontré que les fruits, même d'une ſubſtance compacte, peuvent produire de l'air ſans corruption ſenſible.

ARTICLE X.

Sur la production de l'air dans un milieu plus comprimé, que ne l'eſt communément l'Atmoſphère.

Une Expérience faite avec des Groſeilles, a paru prouver que ces fruits contiennent beaucoup d'air, qui auſſi-tôt qu'il eſt débarraſſé de la preſſion de l'Atmoſphére, ſe dégage avec beaucoup

plus de liberté, que quand il est retenu par l'air environnant, & cela jusqu'à ce que les Groseilles commencent à fermenter; car alors l'air est produit en bien plus grande quantité, même dans une grande compression.

Une Expérience faite avec de la Pâte, a paru prouver, qu'elle peut aussi-bien produire son air dans un milieu comprimé, que dans le vuide.

Les Féves * dont on nourrit les chevaux, produisent beaucoup d'air, mais irréguliérement, tant dans le vuide, que dans un milieu moderément comprimé.

Les Groseilles produisent leur air assez réguliérement, à moins qu'on n'ouvre le Récipient, car alors elles produisent de nouvel air beaucoup plus promptement.

Les grappes de Raisin, ne produisent leur air que dans un très-long espace de temps.

Les Poires le produisent, comme par accès.

* *Faba minor sive Equina.* C. B.

ARTICLE XI.

Diverses Expériences.

Du Plomb & de l'Etaim fondu, produisent pas d'air dans le vuide; on observé à cette occasion, que la surfac de ces métaux qui étoient contenus da un vaisseau de cuivre, restoit concav dans le vuide après la coagulation, quoi qu'elle fût convexe dans l'air *libre*.

On a mis dans le vuide de l'Eau saon lée de Sel, pour voir s'il se cristalliseroit comme dans l'air libre, mais on a trouvé qu'il ne se cristallisoit pas.

On a fait entrer de l'air produit des Groséilles dans un Récipient vuide d'air commun, auquel étoit ajustée une Jauge mercurielle; on a trouvé que dans l'espace d'une demie année, il n'étoit point arrivé de changement dans la hauteur du mercure, d'où l'on voit que *l'Elasticité* de l'air artificiel, s'est conservée pendant un si long espace de temps.

On a pompé l'air, & on a *pesé* une

Bouteille de la capacité de 7 onces trois drachmes & trois grains d'eau; on a ensuite percé avec une éguille, la vessie qui bouchoit son orifice, moyennant quoi elle s'est remplie d'air; on a trouvé qu'elle pesoit dans cet état $4\frac{1}{2}$ grains de plus qu'auparavant, d'où il s'ensuit que l'eau est environ 800 fois plus pesante qu'un pareil volume d'air.

Ayant enfermé de l'Eau-forte & du Nitre fixé dans un Récipient vuide d'air, on a versé l'un sur l'autre, il s'est produit beaucoup d'air.

On a trouvé que l'Esprit de Vin se pouvoit condenser aisément, par un degré de froid moderé, & point du tout par la plus grande compression.

On a purgé d'air de l'Esprit de Vin & de l'huile de Terebenthine, ensuite ayant mis une certaine quantité d'Esprit de Vin dans un verre, on a jetté dessus quelques gouttes d'huile de Terebenthine qui a nagé sur l'Esprit de Vin; on a un peu agité le verre, & on l'a mis sous un Récipient dont on a pompé l'air,

quoiqu'il n'y ait point eu d'ébullition, ce pendant les gouttes ont conservé dans le vuide leur mouvement comme dans l'air libre, d'où il a paru suivre que la cause du mouvement des gouttes ne doit pas s'attribuer à leur dissolution, car toutes les dissolutions donnent des bulles dans le vuide.

On a placé dans le vuide un verre, qui contenoit de l'Esprit volatile de sel Ammoniac, & de la limaille de Cuivre; au bout d'un mois la couleur bleuë que le cuivre avoit donnée à l'Esprit volatile, a été entiérement dissipée; mais en laissant rentrer l'air, elle s'est bien-tôt rétablie. *

On a distribué également en trois verres, un mélange d'Eau-forte & d'Esprit de Vin, dans lequel on a mis égale quantité de petits morceaux de Fer: ayant mis un de ces verres dans le vuide, il s'est fait une grande ébullition; au bout d'un quart d'heure on a retiré le vaisseau, &

* On a fait récemment la même Expérience sur la liqueur des Thermométres.

on a trouvé la liqueur noire & trouble, au lieu que dans les deux autres vaisseaux, la couleur n'a point été alterée ; mais on a seulement apperçû au fond, quelque poudre noire.

On a remis de l'Esprit volatile de sel Ammoniac avec de la limaille de Cuivre, dans le vuide, & quand l'Esprit a été bien purgé d'air, on a projetté la limaille, ce qui a fait encore sortir quelques bulles : mais au lieu de produire de l'air, il s'en est absorbé.

ARTICLE XII.

Air artificiel absorbé.

On a transporté dans un Récipient plein d'air commun, de l'air produit des Cerises, & on a conclu de l'Expérience, que l'air produit des fruits se détruit en partie au commencement ; mais que le reste garde ses propriétés pendant fort longtemps.

On a mis dans un Récipient du Sel Ammoniac, avec une suffisante quantité

d'huile de Vitriol, d'où il est arrivé une grande ébullition; il est d'abord sorti une grande quantité d'air, mais on a vû par la jauge qu'il s'étoit absorbé bien-tôt après: on a répeté cette Expérience, & on a trouvé que la production, & la destruction ont été plus lentes. On a mis ensuite de l'huile de Vitriol toute seule dans un Récipient, dans lequel on a réservé la cinquiéme partie de son air, pour essayer si l'huile de Vitriol sans sel Ammoniac, altére l'Elasticité de l'air, mais on a vû que cette force Elastique s'est augmentée. On a confirmé par quelques Expériences, que certains airs artificiels peuvent être absorbés, mais on a pensé qu'il falloit rechercher pourquoi cette destruction arrive tantôt plutôt, & tantôt plus tard.

ARTICLE XIII.

Expériences sur la vitesse avec laquelle l'air se produit dans le vuide, & dans l'air commun.

Par les Expériences faites avec la pâte, les Noisettes, les Raisins secs, &

les Oignons, on a conclu que quelques Corps, peuvent plus aisément produire leur air dans le vuide, que dans l'air commun.

ARTICLE XIV.

Différents effets des Fruits entiers, & des Fruits pilés.

Des Poires pilées n'ont pas produit leur air aussi vîte que des Poires entieres, on a trouvé qu'il en arrivoit de même aux Pommes & au Verjus pilé; mais les Raisins mûrs ont eu un effet contraire.

Par une autre Expérience sur les Pommes, on a conclu que les fruits pilés produisoient moins d'air dans le vuide, que les fruits entiers, au contraire de ce qui arrive dans l'air commun, on a crû que c'étoit, parce que les fruits écrasés se raréfient beaucoup plus dans le vuide que les fruits entiers, ce qui fait que leurs différents principes n'agissent pas tant les uns sur les autres : au lieu que dans les fruits entiers, cette raréfaction

eſt bien moindre à cauſe de la peau qui les retient.

ARTICLE XV.

Diverſes Expériences.

On s'eſt aſſuré que l'air eſt différemment affecté en différents temps, de ſorte qu'il a quelquefois le pouvoir d'empêcher la corruption, & quelquefois celui de l'exciter : qu'il produit quelquefois fort promptement la moiſiſſure, & qu'il l'empêche quelquefois.

ARTICLE XVI.

Diverſes Expériences.

On a conclu que certains Corps, même dans des vaiſſeaux ſcellés Hermétiquement, perdent une partie de leur poids quand ils ſont expoſés au foyer d'un verre ardent.

ARTICLE XVII.

De la conservation de certains Corps dans des liqueurs comprimées.

On a compris dans cet article quelques Expériences, dont voici les résultats.

Le goût de quelques Fruits peut se conserver dans une infusion de Raisins secs, au moins quand ils sont dans des vaisseaux capables de souffrir une grande compression.

Les Liqueurs peuvent s'aigrir, sans que les esprits s'en évaporent.

Les fruits ne sçauroient longtemps se conserver dans la pulpe des Pommes, à cause de la grande quantité d'air qu'ils produisent.

Le Verjus n'est pas bon pour conserver les fruits par la même raison.

Au contraire, les Liqueurs fermentées qui ne produisent plus d'air, sont très-propres à conserver les fruits.

La Bierre peut conserver la viande;

principalement, ſi on l'introduit à force dans un Récipient, mais cette compreſſion ceſſe bien-tôt, parce que l'air comprimé dans le Récipient, entre & pénétre les pores de la Bierre par degrés.

L'Eau peut conſerver la viande, auſſi-bien que la Bierre.

Les Poiſſons produiſent moins d'air, que la viande.

On peut conſerver longtemps le Beurre, pourvû qu'on l'empêche de communiquer avec l'air, il ſe corrompt quelquefois ſans qu'il ſe produiſe d'air.

On peut auſſi conſerver longtemps la chair tendre des Oiſeaux, par le moyen de la Bierre ou de l'Ale.

Le Sucre ne conſerve pas ſi bien les fruits, que les Liqueurs fermentées.

On peut ſe ſervir quelquefois du Lait avec beaucoup de ſuccès, pour conſerver la viande.

Le Beurre fondu ou chaud, ne conſerve pas la viande avec tant de ſuccès.

La Viande bouillie peut ſe garder

longtemps, ce qui eſt d'une grande commodité en Mer; car quand la viande cruë a été longtemps gardée dans des vaiſſeaux fermés avec une vis, comme l'Expérience fait voir qu'on le peut faire ſans craindre qu'elle ſe gâte, ſi on l'en retire & qu'on la faſſe bouillir, qu'on l'enferme enſuite dans le même Récipient, il n'y a point de doute qu'elle ne ſe garde longtemps ſans ſel : le myſtere de conſerver la viande ſans ſel, conſiſte à bien ôter tout l'air, & à faire qu'il y ait une grande compreſſion dans le Récipient. *

La raiſon pourquoi l'Eſprit de Vin conſerve la viande & les autres choſes qu'on y met, eſt que cet Eſprit s'imbibe de l'air qui eſt entre les pores de la viande ; car on a trouvé, que l'Eſprit de Vin

* M. *de Reaumur* de l'Académie Royale des Sciences, a donné dans ſon Hiſtoire des Inſectes, la maniere de conſerver très-longtemps des œufs de toute ſorte, & particuliérement ceux de poule, de maniere qu'on peut les manger auſſi frais au bout de ſix mois, que le jour même qu'ils ont été pondus; pour cet effet, il faut les enduire d'un vernis de *Lacque* à l'Eſprit de Vin, ou bien de graiſſe de Mouton. *Mém. pour ſervir à l'Hiſtoire des Inſectes, Tom. 2. Mém. 1. pag. 37. & Mém. de l'Acad. des Sciences 1735. pag. 465.*

absorboit une bulle d'air de la largeur d'un pouce en deux heures de temps, ce qui est beaucoup plus que ne sçauroit faire l'eau, même purgée d'air, & qui a bouilli pendant longtemps.

ARTICLE XVIII.

Expériences sur quelques Extractions, & distillations dans le vuide.

ARTICLE XIX.

Expériences sur quelques Extractions faites dans une machine fermée, avec une vis.

Il résulte de ces Expériences, que la Cornes de Cerf, les Arrêtes des Poissons, & les Os des Quadrupedes, peuvent être amollis, & devenir de bons Aliments. *

* On voit en général, par les Expériences qu'on vient de rapporter, qu'il y a des Corps qui produisent, ou révivifient de l'air Elastique, lorsqu'ils viennent à s'altérer, tandis que d'autres en fixent ou en consomment. J'ai crû qu'il ne seroit pas inutile de joindre ici un extrait des Expériences plus détaillées de M. *Hales*, qu'on peut voir tout au long dans son Livre de la *Statique des Vegetaux*, traduit par M. de *Buffon*.

Pour connoître la quantité d'air produite par la fermentation de certains Corps, comme des Pommes, des Poires, des Raisins &c. pilés, on a mis ces matieres dans le Matras *b* (Fig. 61.) On a couvert ce Matras d'un verre renversé *azy*, & on a plongé le bas du Matras dans une cuvette pleine d'eau *xx* : enfin par le moyen d'un Syphon, ou du Tubule inseré en *a*, on a fait élever l'eau en *z*, & après avoir retiré le Syphon, ou bouché le Tubule avec de la cire, on a marqué sur le verre l'endroit où se terminoit la surface de l'eau. L'air produit ou révivifié des matieres contenuës dans le Matras, faisoit baisser l'eau de *z* en *y*, & on a déterminé sa quantité, en mesurant l'espace *zy*.

Quelquefois l'air étoit si concentré dans les matieres, qu'il falloit employer le feu le plus violent pour l'en dégager : alors on les distilloit par la cornuë, comme la Figure 62 le représente : l'abaissement de l'eau de *z* en *y*, faisoit connoître comme auparavant, la quantité d'air produite ou révivifiée par ces distillations.

Mais quand il s'agissoit de mesurer la quantité d'air fixée ou consommée par les vapeurs sulphureuses du charbon, d'une chandelle, ou par la respiration des animaux, on mettoit ces matieres sur un petit guéridon (Figure 63) sous le verre renversé, dont l'orifice étoit plongé dans une Cuvette pleine d'eau ; l'élévation de l'eau de *aa* en *zz*, faisoit connoître la quantité d'air fixé, où dont le ressort avoit été détruit par les vapeurs sulphureuses.

Voici maintenant le résultat des principales Expériences.

Un pouce cubique de sang de Cochon distillé jusqu'à une entiere siccité, produisoit 33 pouces cubiques d'air.

Un peu moins d'un pouce cubique de Suif, en a produit 18.

Deux cent quarante & un grains, ou la moitié d'un pouce cubique de pointes de Cornes de *Daim* distillées au feu le plus violent, ont fourni 117 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire 234 fois leur volume.

Deux cent soixante & six grains, ou $\frac{1}{2}$ pouce cubiqu d'Ecailles d'huitre en produisoient 162 pouces.

Un demi pouce cubique, ou 135 grains de cœur d Chêne, a produit 128 pouces cubiques d'air.

D'un pouce cubique, ou de 398 grains de Pois, il est sorti 396 pouces cubiques d'air.

Une once, ou 437 grains de semences de Moutarde, produisoit 270 pouces cubiques d'air.

Un demi pouce cubique, ou 135 grains d'Ambre, en a donné 135 pouces cubiques.

Cent quarante-deux grains de Tabac sec, en ont donné 153 pouces.

D'un pouce cubique d'huile d'Anis, il est sorti 22 pouces cubiques d'air, & 88 d'une égale quantité d'huile d'Olive.

Un pouce cubique de Miel, donnoit 144 pouces cubiques d'air.

Deux cent quarante-trois grains de Cire jaune, *c'est-à-dire* un pouce cubique, ont produit 54 pouces cubiques d'air, ou 15 grains.

Un demi pouce, ou 158 grains de Charbon minéral d'Angleterre, a rendu 180 pouces cubiques d'air, qui pesent 51 grains, c'est-à-dire environ le tiers du poids Total.

Un pouce cubique de Terre vierge ou franche, en donnoit 43 pouces.

Un quart de pouce d'Antimoine, fournissoit 7 pouces, c'est-à-dire 28 fois son volume.

Un demi pouce de Sel marin, mêlé avec autant de Chaux d'os calcinés, a fourni 64 pouces d'air.

D'un demi pouce cubique, ou de 211 grains de Nitre mêlé avec de la Chaux d'os calcinés, il est sorti 90 pouces cubiques, c'est-à-dire 180 fois le volume. Ainsi le poids de l'air dans une quantité quelconque de Nitre, est la $\frac{1}{8}$ partie.

Un pouce cubique, ou 443 grains de Tartre du vin du Rhin, a produit rapidement & avec impetuosité 504 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire le $\frac{1}{3}$ du poids Total, encore

Encore étoit-on assuré que tout n'étoit pas sorti.

Une pierre de la Vessie qui pesoit 230 grains, & d'environ $\frac{3}{4}$ de pouce cubique, a rendu avec vivacité par une forte distillation 516 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire 645 fois son volume : d'où l'on voit qu'il y a eu plus de la moitié de cette pierre qui s'est convertie en air Elastique. On a trouvé à peu près la même chose dans les calculs de la vesicule du Fiel.

Un demi pouce cubique de sel Ammoniac, avec un pouce cubique d'huile de Vitriol, ont produit le premier jour 5 ou 6 pouces cubiques d'air ; mais ils en ont absorbé 15 les jours suivants.

Ayant versé sur six pouces cubiques de poudre d'Ecailles d'huitres, autant de Vinaigre distillé, il est sorti en 5 ou 6 minutes 17 pouces cubiques d'air, & quelques heures après 12 autres ; mais en 9 jours il s'en est détruit 21, & enfin les 8 autres s'évanoüirent quand on eut jetté de l'eau tiéde sur le mélange.

Quarante-deux pouces cubiques d'Ale ou de petite Biere, ont produit en 7 jours 639 pouces cubiques d'air.

Vingt-six pouces cubiques de Pommes écrasées, produisirent en 13 jours 968 pouces cubiques.

Deux pouces cubiques d'Eau Regale versée sur un Anneau d'or rendu fort mince à coups de marteau, ont donné 4 pouces d'air.

La même quantité d'Eau Regale versée sur $\frac{1}{4}$ de pouce d'Antimoine, en a fait sortir 38 pouces cubiques d'air, en 3 ou 4 heures, ensuite en une heure ou deux il s'en consomma 14.

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur un $\frac{1}{4}$ de pouce d'Antimoine, a produit en plusieurs fois 130 pouces d'air.

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur $\frac{1}{4}$ de pouce de limaille de Fer, produisit 43 pouces d'air, dont il y en eut trois d'absorbés, mais qui se reproduisirent par la suite.

Un quart de pouce de limaille de Fer, & un pouce cubique de Soufre en poudre, réduits en Pâte avec un peu d'eau, absorberent 19 pouces cubiques d'air

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur autant de Marcassite en poudre, fermenta violemment, & absorba à la fin 85 pouces cubiques d'air.

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur autant de Charbon de Terre, absorba 18 pouces cubiques d'air dont il s'en reproduisit 12 les jours suivants.

Deux pouces cubiques de Chaux vive, & 4 pouces cubiques de Vinaigre, absorberent 22 pouces d'air, & avec de l'eau pure, la même quantité de Chaux n'absorba que 10 pouces.

Deux pouces cubiques de Chaux & autant de sel Ammoniac, absorberent 115 pouces cubiques d'air; par conséquent les fumées en devoient être bien suffocantes.

Un morceau de Papier brun trempé dans une forte solution de Nitre, & ensuite enflammé sur le Guéridon, (Fig. 63.) par le moyen d'un verre ardent, produisit 80 pouces d'air, mais dont l'Elasticité diminua de jour en jour.

De la Charpie trempée dans du Souffre fondu, & enflammée sur le même pié-d'Estal, absorba 198 pouces d'air dans un grand vaisseau, & 150 dans un plus petit.

Une Chandelle allumée d'environ $\frac{5}{5}$ de pouce de diamétre, en absorba 78 pouces cubiques.

Un Rat absorba 73 pouces cubiques d'air en 14 heures, dans un Récipient capable de 2024 pouces cubiques.

De 73 pouces d'air respiré continuellement, jusqu'à suffocation pressante, un Homme en consomma 10.

☞ Il est aisé d'appercevoir par ces dernieres Expériences, que l'Elasticité de l'air est quelquefois détruite, fixée, ou du moins suspenduë par les vapeurs sulphureuses : mais on ne voit pas si évidemment que l'air nouvellement revivifié, ait acquis une vertu Elastique qu'il n'avoit pas auparavant l'altération du Corps solide : cependant si on fait attention à la force prodigieuse qui seroit nécessaire pour retenir l'air condensé dans les pores des Corps solides, on verra qu'il est bien difficile que cet air conserve de l'Elasticité dans ces po-

res ; c'est ce qui paroîtra encore mieux par le calcul suivant.

D'un pouce cubique de Tartre, il est sorti par la distillation 504 pouces cubiques d'air ; cet air occupoit donc dans le Tartre un volume 504 fois moindre, que celui qu'il occupe, quand il est tel que nous le respirons : il est donc 504 fois plus dense.

Or parce qu'on a prouvé dans la 9e Leçon, sçavoir que la force qui comprime l'air est proportionnelle à sa densité, celle qui comprime l'air dans le Tartre doit être 504 fois plus grande, que celle qui comprime l'air que nous respirons, c'est-à-dire, que la pesanteur d'une colomne de l'Atmosphére de même base. La surface d'un pouce cubique, est de 6 pouces quarrés : la pesanteur de l'Atmosphére sur une base d'un pouce quarré, est égale au poids de 30 pouces Cubiques de mercure = 107400 grains, en mettant 3580 grains pour la pesanteur d'un pouce cubique de mercure. Multipliant donc ce premier nombre par 6, on aura 644400 grains pour la pression de l'Atmosphére sur 6 pouces quarrés ; & multipliant encore ce dernier nombre par 504, on aura 324777600 grains = 46396 liv. + 5600 grains, pour la force nécessaire pour condenser l'air dans le Tartre. Mais comme l'Elasticité de l'air, fait qu'il résiste autant qu'on le comprime, la force avec laquelle il tend à se dilater, sera aussi égale à 46396 livres + 5600 grains, force plus que suffisante pour briser le Tartre, & le réduire en poudre même avec explosion.

J'ai supposé dans ce calcul, que l'air n'est condensé dans le Tartre, que 504 fois plus que celui que nous respirons : cette supposition seroit vraie, si toute la substance du Tartre se convertissoit en air, & s'il ne restoit après la distillation aucune partie solide ; mais comme ces parties solides occupent nécessairement de l'espace, il s'ensuit que l'air n'occupe pas dans le Tartre toute l'étenduë d'un pouce Cubique, d'où l'on voit qu'il y est encore plus condensé, que je ne l'ai supposé.

Quand on considere avec attention l'effort prodigieux, que fait cet air enfermé dans les pores des Corps solides, lorsque par le moyen du Feu ou autrement, il

vient à recouvrer sa vertu Elastique, n'apperçoit-on pas une cause naturelle de l'impétuosité de ces effrayans Météores, des funestes éruptions des Volcans, aussi bien que des foudroyants effets de la poudre à Canon?

Cette même considération, n'explique-t'elle pas quantité de Phœnomenes surprenants qu'on observe à tout moment dans la Chymie? *La poudre à Canon liquide* du Docteur *Slare*, ces violentes Fermentations des Esprits acides mêlés avec des Huiles essentielles, ces Effervescences si animées des Acides minéraux, quand ils rentrent dans leurs bases; enfin le tumulte & l'impétuosité des dissolutions Métalliques?

Ne fournit-elle pas encore aux Chymistes des instructions pour la conduite de leurs opérations, pour la conservation de leurs vaisseaux? en même-temps qu'elle les avertit de se précautionner contre les accidents, dont ce Fluide fougueux les menace à chaque instant?



APPENDIX.

§. I.

Explication des variations du Barométre, dans les changements de temps, par M. Hallei. (*a*)

AVANT que d'expliquer les variations de la hauteur du Mercure dans les changements de temps, il est à propos de rapporter les Observations qu'on a faites sur le Barométre.

La première est, que dans un temps calme, le Mercure baisse ordinairement quand il va pleuvoir.

II. Quand le Temps est beau, serein, & fixe, le Mercure est communément élevé.

III. Dans les grands vents, même sans qu'il y ait de pluie, le Mercure descend tout au plus bas, eu égard cependant au point de la Boussole d'où le vent souffle.

(*a*) Extrait de l'Abregé des Transactions Philosophiques par *Lowthorp*, Vol. II. pag. 20.

IV. Que toutes choses d'ailleurs ég les, les plus grandes élévations du Me cure sont quand le vent souffle d'*Est* o *Nord-Est*.

V. Que dans le temps calme, & pa une forte gelée, le Mercure est constam ment élevé.

VI. Qu'après de grands coups de vent, quand le Mercure a baissé, il re monte fort vîte.

VII. Les Barométres ont des varia tions bien plûs étenduës dans les païs Septentrionaux, que dans les Méridio naux.

VIII. Nous sçavons par les Relations des voyageurs, & par mes propres Ob servations à l'Isle *sainte Heléne*, qu'entre les Tropiques & aux environs, les Baro métres n'ont aucune, ou presque point de variation dans tous les temps de l'année.

De ces Observations, j'infére que la principale cause des variations du Baro métre, vient des Vents qui soufflent dans les Zônes temperées, & qu'on sçait être fort inconstants ici en Angleterre.

On doit ajoûter à cette cause les différentes exhalaisons, & précipitations des vapeurs renfermées dans l'air, qui font qu'il est plus pressé dans un temps que dans un autre, & par conséquent, qu'il est quelquefois plus pesant : cette derniere cause dépend beaucoup de la premiere. C'est sur ces deux principes que je vais tâcher d'expliquer les différents Phœnomenes du Barométre, dans le même ordre que je les viens de rapporter.

1°. Quand le Mercure baisse, il va pleuvoir, parce qu'alors l'air devient plus leger & que les vapeurs ne pouvant plus se soutenir, ou devenant spécifiquement plus pesantes que le Fluide dans lequel elles nagent, elles descendent à la surface de la Terre ; & comme elles rencontrent en chemin d'autres particules aqueuses, elles s'y unissent, & forment ensemble des petites gouttes de pluie ; mais le Mercure est plus bas dans un temps que dans un autre, par l'effet de deux vents contraires, qui soufflant de l'endroit où est le Barométre, chassent &

écartent des deux côtés l'air qui est en cet endroit ; de-là il résulte que le Cylindre d'air qui pese sur le Barométre, est d'une moindre hauteur, ce qui fait descendre le Mercure ; par exemple, s'il soufflait un vent d'*Oüest* dans la Mer d'Allemagne, & un vent d'*Est* dans la Mer d'Irlande : ou s'il soufflait en France un vent de *Nord*, & un vent de *Sud* dans la Mer d'Ecosse, il est évident que la partie de l'Atmosphére, qui est au-dessus de l'Angleterre, seroit en quelque façon épuisée, ainsi le Mercure devroit descendre dans le Barométre, & les vapeurs qui flottoient auparavant dans l'air, comme étant d'égale pesanteur que ce Fluide, devroient tomber sur la Terre.

2°. Le Mercure du Barométre est dans sa plus grande hauteur, quand deux vents contraires soufflent vers le lieu de l'Observation : car l'air des environs, que ces vents y poussent, s'accumule de façon, que le Cylindre d'air qui pese sur le lieu de l'Observation, devenant plus haut, augmente aussi en pesanteur, d'où le Mer-

cure doit monter & se tenir élevé, tant que ces vents continuent de souffler: mais l'air devenant ainsi spécifiquement plus pesant, les vapeurs se soutiennent mieux, nagent plus facilement, & n'ont aucune disposition à tomber ni à s'unir en gouttes; c'est ainsi que dans les temps sereins les hauteurs du Barométre sont plus grandes.

3°. Le Mercure descend tout au plus bas, par le mouvement de l'air dans les Ouragans, parce que la partie de l'Atmosphére dans laquelle ces vents soufflent avec tant de furie, ne s'étend pas autour du Globe, & l'air qui est derriere celui qui est chassé si vîte, comme aussi celui qui est sur les côtés, ne peut arriver assez promptement pour remplir l'espace qui a été abandonné par celui qui est emporté si rapidement, de sorte que l'air doit être bien plus épuisé dans l'endroit où souffle le vent, & tant qu'il continue à souffler, & cela plus ou moins suivant sa violence.

Il faut encore ajoûter, que le mouve-

ment horisontal de l'air, étant aussi rapide qu'il l'est, doit empêcher un peu la pression perpendiculaire de la colonne qui est au-dessus. La grande agitation de toutes les parties d'air, est probablement ce qui fait dissiper les vapeurs, & les empêche de se condenser en gouttes capables de former de la pluie, au contraire de ce qui arrive naturellement par la simple raréfaction de l'air.

4°. Le Mercure est dans sa plus grande élévation par les vents d'*Est* & *Nord-Est*, parce que dans le grand Océan *Atlantique* depuis le 35° de latitude Nord, les vents d'*Oüest* & de *Sud-Oüest* soufflent presque continuellement, de façon que quand le vent s'éleve de l'*Est* ou du *Nord-Est*, il est presque toujours arrêté par un vent contraire aussi-tôt qu'il arrive à l'Océan : donc suivant ce qui a été prouvé dans notre seconde remarque, l'air doit s'amasser sur nos Isles, & par conséquent le Mercure doit s'élever plus haut qu'à l'ordinaire, & se tenir suspendu tant que ces vents continuent à souf-

ſter. Ce qui eſt toujours vrai pour ce païs-ci, mais ce qui n'eſt pas une regle générale pour tous les autres païs, dont les vents ſont différents par d'autres circonſtances; j'ai vû cependant quelquefois le Mercure ſeulement à 29 pouces, par un vent d'*Eſt*, mais il faut dire qu'il étoit très-violent, ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit dans la troiſiéme remarque.

5°. Dans les Temps calmes, & quand il gêle, le Mercure eſt ordinairement plus élevé, je crois que c'eſt parce que quand il gêle, le vent eſt ordinairement *Nord* ou *Nord-Eſt* q. à l'*Eſt*, ou au moins parce que ces vents ne viennent pas d'une grande diſtance, car les parties Septentrionales de l'Allemagne, du Dannemarc, de la Suéde & de la Norwege, & tous les païs qui ſe rencontrent du *Nord* au *Nord-Eſt*, ſont expoſées à la gelée pendant tout l'hyver; l'air qui y eſt très-condenſé, nous eſt apporté dans cet état par les vents qui ſoufflent de ce côté-là, & cet air s'amaſſant par la ren-

contre des vents d'*Oüest* qui soufflent dans l'Océan, le Mercure doit nécessairement monter ; joint à ce que la condensation des parties inférieures de l'Atmosphére causée par le froid, doit faire descendre les parties supérieures pour remplir l'espace que laisse cette condensation, & conserver l'équilibre.

6°. Après les grands coups de vent, quand le Mercure a descendu, il remonte ordinairement fort vîte ; j'ai une fois observé qu'il étoit remonté d'un pouce ½ en moins de 6 heures, après un grand Ouragan *Sud-Oüest* : l'air ayant été extrêmement raréfié par les évacuations qu'ont faites ces coups de vent redoublés, celui qui est dans le voisinage se précipite fort vîte pour rétablir l'équilibre : c'est ainsi que nous voyons l'eau tomber d'autant plus rapidement, qu'elle a plus de pente.

7°. Les variations sont plus grandes dans les païs Septentrionaux, comme par exemple, à *Stockolm*, qu'à *Paris*, comme l'a observé M. *Pascal*, parce

que les païs Septentrionaux ayant de plus grands vents que les Méridionaux, le Mercure doit y descendre plus bas : & comme le vent du *Nord* amene de l'air condensé des environs du Pôle, quand le vent de *Sud* le rencontre & qu'il s'en fait un amas, il faut bien que le Mercure monte, ce qui ne sçauroit arriver dans les païs Méridionaux.

8°. Enfin cette Observation, que le Barométre n'a presque point de variations entre les Tropiques, comme aux *Barbades*, à *sainte Helene*, doit sur-tout confirmer notre hypothese : car dans les lieux que je viens de nommer, il y a toujours un vent modéré qui souffle à peu près du même point, sçavoir de l'*Est Nord-Est* aux *Barbades*, & *E. S. E.* à *sainte Helene* ; de sorte, qu'aucun courant d'air n'épuisant l'Atmosphére, le Barométre doit rester à peu près dans le même état.

Cependant par un grand Ouragan, on a observé que le Mercure descendoit considérablement : mais ce n'a été qu'une

fois en 2 ou 3 ans, encore remonta-t-il bien-tôt à sa hauteur ordinaire de 29½ pouces.

La principale Objection qu'on peut faire contre notre hypothese, est que je suppose que l'air va quelquefois d'où il a déja été évacué au-delà de l'équilibre, & que quelquefois il retourne du côté où il est plus condensé que dans son état ordinaire contre les loix de la Statique & de l'équilibre des Liqueurs; mais ceux qui considereront comment quand on a mis une fois un Corps liquide en mouvement, il peut monter au-dessus de son niveau, & retenir d'autres parties qui tendent à descendre par la force de leur gravité, cette Objection sera bien-tôt évanoüie.

On concluera plutôt, que la grande analogie qui se trouve entre l'élévation & l'abaissement des eaux de la Mer dans le flux & reflux, & cette évacuation & amas de l'air, est un grand argument pour confirmer notre hypothese: car comme la Mer dans les Côtes de la Province

d'*Essex* s'éleve & s'enfle par la rencontre de deux flux, dont l'un vient du *S. O.* le long de la Manche, & l'autre vient du *Nord*, & au contraire, comme elle s'abaisse au-dessous de son niveau par l'écoulement des eaux qui se fait des deux côtés dans le reflux, de même il peut arriver que l'air monte & descende au-dessus de son niveau par différentes causes qui le mettront en mouvement; au reste, les temps de ce flux & reflux de l'air sont purement accidentels, & ne peuvent être réduits à aucune regle certaine, comme les mouvements de la Mer qui suivent entiérement le cours de la Lune.



§. II.

Construction d'une Echelle qui exprime les différents degrés de chaleur, par M. Newton. (*a*)

Degrés de chaleur égaux.	Degrés de chaleur constants.	
0.	0	DEGRE' de froid de l'Eau commune en Hyver, quand elle commence à geler. On détermine exactement ce degré, en mettant un Thermométre dans de la neige bien pressée, & qui commence à se fondre.
0, 1, 2		Degrés de froid ordinaires en Hyver.
2, 3, 4		Chaleurs ordinaires de l'air dans le Printemps & dans l'Automne.
4, 5, 6		Chaleurs ordinaires de l'Eté.
6		Chaleur de l'air à midi, au mois de Juillet.

(*a*) Extrait des Transactions Philosophiques, n°. 270.

La

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constants.*
12	1	La plus grande chaleur que puisse acquérir un Thermométre en touchant le Corps humain. Le degré de chaleur d'un Oiseau qui couve, est le même. *
$14\frac{3}{11}$	$1\frac{1}{4}$	La plus grande chaleur de l'Eau chaude, dans laquelle on peut promener la main pendant quelque temps. La chaleur du Sang récemment tiré des veines, est à peu près la même.
17	$1\frac{1}{2}$	La plus grande chaleur de l'Eau chaude, dans laquelle on peut conserver la main en repos pendant quelque temps.
$20\frac{2}{11}$	$1\frac{3}{4}$	Chaleur de l'Eau chaude, à l'instant que de la Cire fonduë commence à perdre sa fluidité & sa transparence.

* Celui des Eaux de *Balaruc*, est aussi le même.

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constans.*
24	2	Chaleur de l'Eau chaude capable de tenir la Cire en fusion, sans la faire bouillir.
$28\frac{6}{11}$	$2\frac{1}{4}$	Degré de chaleur moyen entre celui de la Cire fonduë, & celui de l'Eau bouillante.
34	$2\frac{1}{2}$	Chaleur de l'Eau bouillante à gros bouillons. A ce degré un mélange fondu de 2 parties de Plomb, 3 d'Etaim & 5 de Bismuth, perd sa fluidité, & se durcit. L'Eau commence à bouillir à 33 degrés, & quand elle bout bien fort, elle en a rarement $34\frac{1}{2}$. Quelques gouttes d'Eau chaude venant à tomber sur un Fer chaud, cessent de bouillonner quand le Fer a 35 ou 36 degrés, & l'Eau froide, quand le Fer en a 37.

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constants.*
$40\frac{4}{11}$	$2\frac{3}{4}$	La moindre chaleur capable d'entretenir en fusion un Alliage d'une partie de Plomb, 4 d'Etaim & 5 de Bismuth.
48	3	Chaleur capable de faire fondre un Alliage fait d'égales parties de Bismuth & d'Etaim ; cet Alliage se durcit à 47 degrés.
57	$3\frac{1}{4}$	Chaleur capable de faire fondre un Alliage de 2 parties d'Etaim & une de Bismuth ; un autre Alliage de 3 parties d'Etaim & 2 de Plomb, fond aussi à ce degré de chaleur, mais 5 parties d'Etaim & 2 de Bismuth en fusion s'y durcissent, aussi-bien qu'un autre Alliage d'égales parties d'Etaim & de Bismuth.
68	$3\frac{1}{2}$	La moindre chaleur ca-

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constans.*
		pable de faire fondre un A liage d'une partie de Bi muth & de 8 d'Etaim. L'E taim seul fond à 72 degrés & se fige à 70.
81	$3\frac{1}{3}$	Chaleur capable de fon dre le Bismuth seul, ou bien un Alliage de 4 parties de Plomb & une d'Etaim, mais 5 parties de Plomb & une d'Etaim fondues ensemble, s'y durcissent.
96	4	La moindre chaleur du Plomb fondu; il est bien li quide à 97, & se fige à 95.
114	$4\frac{1}{4}$	Chaleur d'un Corps em brasé dès qu'il cesse d'être vi sible dans un lieu obscur, ou quand il recommence à pa roître, & à rendre une lumie re presque insensible. A pa reil degré un Alliage fondu d'égales parties d'Etaim, &

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constants.*
		de Régule de Mars, aussi-bien qu'un autre Alliage de 7 parties de Bismuth, & 4 du même Régule se figent & se durcissent.
136	$4\frac{1}{2}$	Degré auquel les Corps embrasés paroissent dans l'obscurité, mais non pas au moindre petit jour. A cette chaleur un Alliage fondu de deux parties de Régule de Mars, & une de Bismuth, comme aussi celui de 5 parties du même Régule, & une d'Etaim se durcissent. Le Régule fondu se fige à 146.
161	$4\frac{3}{4}$	Chaleur des Corps embrasés qui paroissent au Crépuscule immédiatement avant le lever, ou après le coucher du Soleil, & qui ne paroissent point, ou du moins très-confusément au grand jour.

Degrés de chaleur égaux.		Degrés de chaleur constants.
195	5	Chaleur d'un Charbon ardent dans un petit feu fait avec du Charbon de Terre & qui n'a pas été soufflé. Un fer échauffé dans ce brasier acquiere la même chaleur que le Charbon ; mais la chaleur d'un semblable petit feu fait avec du Bois, est un peu plus grande, car elle a 200 ou 210 dégrés. Enfin la chaleur d'un grand feu est encore plus grande, particulierement s'il est excité par un soufflet.

Dans la premiere Colomne, nous avons les degrés de chaleur dans une progression Arithmétique, en commençant par celui de l'Eau prête à se géler en Hyver ; nous considérons ce point comme le moindre degré de chaleur, ou plutôt comme les limites communes du chaud & du froid ; & nous sup-

posons la chaleur extérieure du Corps humain, divisée en douze parties égales.

Dans la seconde Colomne, nous avons les degrés de chaleur en progression Geométrique : le premier degré (12) en la chaleur extérieure du Corps humain, autant que nous l'avons pû déterminer : le second degré (24) est double du premier : le troisiéme (48) est double du second, & ainsi de suite (a).

Il paroît par cette Table, que la chaleur de l'Eau bouillante (34) est presque 3 fois aussi grande que celle du Corps humain ; celle de l'Etain fondu (72) six

(a) Voici comme j'entens le sens de l'Auteur.

Nous avons dans la seconde Colomne (une Echelle d'indices ou d'exposants) des degrés de chaleur en progression Geométrique : les nombres de la seconde Colomne 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2, &c. étant en progression Arithmetique, sont une Echelle de Logarithmes, ou mesures des rapports des chaleurs indiquées par les nombres correspondants 12, $14\frac{3}{11}$, 17, $20\frac{2}{11}$, 24, comme ils sont en progression Geométrique, on les aura bientôt trouvés en prenant le $\frac{1}{4}$, le $\frac{1}{2}$, les $\frac{3}{4}$, du Logarithme de 2, ou de la raison de 1 à 2, & multipliant les nombres correspondants dans la Table par 12 : & en doublant les 4 derniers termes de la progression Geométrique, vous aurez les 4 suivants, & en doublant ceux-ci vous aurez les 4 suivants, & ainsi de suite.

fois aussi grande, celle du Plomb fondu (96) 8 fois aussi grande, celle du Régule de Mars en fusion (146) environ 12 fois aussi grande; enfin la chaleur d'un feu ordinaire 200, ou 210, 16 ou 17 fois aussi grande.

On a construit la Table par le moyen d'un Thermométre & d'un fer chaud; j'ai trouvé par le moyen du Thermométre tous les degrés de chaleur jusqu'à celui de l'Etaim fondu, & j'ai déterminé les autres par le moyen d'un fer chaud. Car la chaleur que le fer communique dans un temps donné, aux Corps froids qui le touchent (laquelle est la même que celle qu'il perd dans le même temps) est proportionnelle à toute la chaleur du fer; par conséquent, si les temps de son refroidissement sont divisés en parties égales, les degrés de chaleur, tant ceux qu'il perdra, que ceux qu'il conservera décroîtront en progression Geométrique, & par conséquent se peuvent aisément déterminer par la Table des Logarithmes.

Premierement donc, j'ai trouvé qu'un Thermométre fait avec de l'Huile de lin, étant placé dans la neige fondante, si l'Huile occupe alors 10000 parties d'espace, quand elle aura acquise un degré de chaleur pareil à celui du Corps humain, elle en occupera 10256, & la chaleur de l'Eau qui commence à bouillir, l'étendra dans un espace de 10705 de semblables parties, & 10726 dans l'Eau bouillante à gros bouillons.

Enfin par la chaleur de l'Etaim fondu, lorsqu'en refroidissant il prend la consistence d'Amalgamme, l'Huile occupera 11516, & quand l'Etaim sera devenu tout-à-fait solide, l'Huile n'occupera plus que 11496 parties.

L'Huile a donc été raréfiée dans la raison de 40 à 39 par la chaleur du Corps humain; de 15 à 14 par la chaleur de l'Eau bouillante, de 15 à 13 par la chaleur de l'Etaim fondu qui commence à se figer & à se durcir, & enfin dans la raison de 23 à 20 par la chaleur de l'Etaim devenu tout-à-fait solide.

La raréfaction de l'Air par une égale chaleur, est dix fois plus grande que celle de l'Huile, & la raréfaction de l'Huile environ 15 fois plus grande, que celle de l'Esprit de Vin (*a*).

Par ces Expériences, en prenant les chaleurs de l'Huile proportionnelles à leurs dilatations, & écrivant 12 parties pour la chaleur extérieure du Corps humain, la chaleur de l'Eau qui commencera à bouillir, sera de 33 des mêmes parties, & celle de l'Eau bouillante à gros

(*a*) Il y a dans l'Original : *La raréfaction de l'Air à égale chaleur, s'est trouvée* 10 *fois plus grande que celle de l'Huile, & celle de l'Huile presque* 15 *fois plus grande que celle de l'Esprit de Vin.* Je crois qu'il y a ici une faute, car Monsieur *Hallei* a trouvé par une Expérience rapportée dans les Transactions Philosop. n°. 197. que quand l'Esprit de Vin commence à bouillir (après quoi il n'a plus d'expansion réguliére) il est dilaté de la douziéme partie de la masse, c'est-à-dire du volume qu'il occupe ordinairement en hyver ; & j'ai trouvé par ma propre Expérience, que par la chaleur de l'Esprit de Vin qui commence à bouillir, l'Huile de lin a augmentée dans mon Thermométre de $\frac{53}{1000}$ du volume qu'elle occupe, quand le Thermométre est dans la neige fondante, ou pour faire une comparaison plus juste de $\frac{51}{1000}$ du volume qu'elle occupe communément en hyver, donc les dilatations de l'Esprit de Vin & de l'Huile par des chaleurs égales, sont comme $\frac{1}{12}$ à $\frac{51}{1002}$ :: 5 à 3, à peu près.

bouillons de 34, celle de l'Etaim qui commence à fondre, ou qui commence à se raréfier en consistence d'Amalgamme de 72, & de 70 quand il est tout-à-fait durci.

Ayant ainsi trouvé ces degrés de chaleur pour déterminer les autres, j'ai fait chauffer un morceau de fer d'une épaisseur raisonnable, jusqu'à le faire rougir, & l'ôtant du feu avec des pinces aussi rougies, je l'ai mis dans un endroit frais où le vent souffloit constamment, & jettant dessus des petits morceaux de métal, & autres Corps fusibles, j'observois l'instant où ils commençoient en se refroidissant à perdre leur fluidité & à se durcir, & enfin quand la chaleur du fer devenoit égale à celle du Corps humain.

Ensuite j'ai déterminé ces chaleurs sur ce principe, que les excès des chaleurs du fer chaud & des Corps figés, au-dessus de celle de l'Atmosphére trouvée par mon Thermométre, sont en progression Géométrique, quand les temps sont pris en progression Arithmétique.

Je n'ai pas placé mon Fer rouge dans un air tranquile, mais je l'ai exposé à un air continuellement agité, afin que l'air échauffé par le Fer fut emporté par le vent, & qu'il en succedât toujours d'autre d'une même temperature. Par ce moyen d'égales parties de l'Atmosphére, étoient échauffées en temps égaux, dans des degrés proportionnels à ceux du Fer.

Maintenant les degrés de chaleur que j'ai ainsi déterminés, ont été parfaitement proportionnels à ceux que j'ai observés sur mon Thermométre, ce qui démontre la vérité de ce principe que j'ai posé, que les degrés de chaleur de l'Huile sont proportionnels à leur raréfaction: *ainsi s'explique M.* Newton.

De-là nous pouvons tirer la maniere de construire un Thermométre, qui ayant été une fois reglé sur quelques-uns des degrés de l'Echelle de M. *Newton*, marquera aussi tous les autres dans la même proportion.

Pour y réussir, comme il arrive rarement que les Tubes dont on se sert,

soient parfaitement Cylindriques. On le divisera en parties d'égales capacité, & non d'égales longueur par la méthode suivante.

Premierement, pesez le Tuyau vuide; & ayant empli de vif-argent la boule, & environ la 9 ou 10e partie du Tuyau, repesez le tout; & déduisez de la somme, le poids du Tuyau vuide, pour avoir le poids du Mercure dont vous déterminerez la $\frac{1}{100}$ partie; marquez avec un fil la surface du vif-argent dans le Tube, & versez l'une après l'autre, plusieurs centiémes parties, en marquant à chaque fois sur le Tuyau l'endroit où se termine leur surface, comparez ensuite les intervalles avec un compas, s'ils sont égaux subdivisez-les chacun en dix parties, s'ils sont inégaux divisez-les en dix parties inégales à proportion. Ainsi la capacité du Tuyau se trouvera assez bien divisée en milliémes parties de la capacité de la Boule & du Tuyau, jusqu'à la premiere marque.

Attachez ensuite le Thermométre sur

une planche, sur laquelle on fera une graduation correspondante à celle qu'on aura marquée sur le Tuyau : on écrira mille vis-à-vis la premiere marque, & on placera les autres divisions comme on voit dans la Figure 41.

De l'autre côté du Tube vis-à-vis les nomb. 1000, 1012.8, 1025.6, 1038.4 1051.2, 1064, 1076.8, &c. qui sont en progression Arithmétique, écrivez les nombres, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, qui sont aussi en progression Arithmétique, divisez chacun de ces intervalles en six parties égales si ces intervalles sont égaux, ou proportionnelles s'ils sont inégaux : le long de cette graduation, c'est-à-dire de la division qui répond aux nombres de la premiere colomne de l'Echelle de M. *Newton*, écrivez les noms des différents Corps, dont les degrés de chaleur sont exprimés par ces nombres.

L'Echelle étant ainsi construite pour le Tube proposé, il ne reste plus qu'à y mettre de l'Huile de lin, & à en déterminer la quantité, afin que quand le

Thermométre aura acquis la chaleur de quelques-uns des Corps sur l'Echelle, la surface de l'Huile reste exactement vis-à-vis la marque qui exprime ce degré de chaleur, c'est-à-dire à o si la boule est mise dans de la neige qui commence à fondre, ou à 34 dans l'Eau qui commence à bouillir, & de même des autres.

Les ouvriers emplissent ordinairement leur Thermométre avec un entonnoir de verre, dont le Tuyau est tiré capillaire, & qu'ils ont ainsi rendu capable d'entrer dans le Tuyau, & d'aller jusqu'à la boule; s'il leur arrive de verser trop de liqueur, ils en retirent par le moyen de cet entonnoir, jusqu'à ce qu'il en demeure la juste quantité.

Un Thermométre à l'Huile de lin bien gradué & ajusté, comme nous venons de le dire, peut servir à en construire une infinité d'autres, soit avec de l'Huile, soit avec quelqu'autre Fluide dilatable, sans être obligé de graduer les Tubes avec d'égales quantités de Mercure; car ayant rempli la boule & une partie du

Tuyau, de la liqueur qu'on a choisie, on n'a qu'à mettre ce nouveau Thermométre avec un autre bien gradué dans un poëlon plein d'Eau froide, & la faire échauffer le plus doucement qu'il est possible, quand l'Huile du Thermométre *Etalon* arrivera successivement à chaque division de l'Echelle, on fera une marque sur le nouveau Thermométre au même instant, & on aura par ce moyen sur chaque Tube une Echelle parfaitement correspondante; on la vérifiera, quand l'Eau fera baisser la liqueur en se refroidissant.

Il est aisé de comprendre comment on peut continuer l'Echelle des milliémes parties au-dessous de mille, dans le Thermométre *Etalon* construit par le moyen du Mercure; & partant comment on peut continuer aussi l'Echelle du nouveau Thermométre, en les mettant tous deux dans quelque mélange de sel & de glace, (pourvû que la liqueur du Thermométre ne soit pas susceptible de se geler.)

Pour qu'un Thermométre soit bien sensible à toutes les petites variations du froid

froid & du chaud qui arrivent dans l'Atmosphére, il doit y avoir une grande boule à proportion de la capacité du Tuyau; & pour que le chaud & le froid puisse se distribuer également dans toute l'étenduë de la liqueur, la boule ne doit pas être sphérique, mais un peu oblongue & applatie, comme les bouteilles elissées de France. Les Thermométres destinés à différents usages, doivent avoir des Tubes de différentes longueur & grosseur, afin d'avoir un nombre de degrés convenable aux usages auxquels on les destine.

On pourroit faire un semblable Thermométre avec de l'Esprit de Vin, au lieu d'Huile de lin, pour prendre les grands intervalles de la nouvelle Echelle, & les diviser en parties plus petites, correspondantes à d'égales capacités du Tube, comme je l'ai dit ci-dessus.*

* L'invention des Thermométres étant une des plus importantes & des plus curieuses qu'on ait en Physique, j'ai cru qu'il seroit avantageux de donner la construction de ceux qui sont aujourd'hui le plus en usage; les voici suivant l'ordre de leur ancienneté.

Construction du Thermomètre à Mercure de FAREINHEIT.

Il faut remplir de Mercure bien pur & bien purgé d'air, un Tuyau de verre capillaire, auquel on aura joint une bouteille cylindrique d'une capacité proportionnée au diamétre du Tuyau : cela s'exécutera aisément, en liant au haut du Tuyau un entonnoir de papier dans lequel on versera le Mercure, après qu'on aura fait sortir l'air de la bouteille par la chaleur d'un brasier ardent, dans laquelle on la mettra plusieurs fois successivement ; on aura par ce moyen bien-tôt achevé d'emplir tout l'instrument, sur-tout si on laisse bouillir le Mercure dans la bouteille, avant que de la retirer du brasier pour la derniere fois.

Tout étant bien réfroidi, il faut ôter l'entonnoir, & entourer la bouteille de neige ou de glace broyée, & la bien presser. Le Mercure se condensant, descendra dans le Tuyau jusqu'à ce qu'ayant pris tout le froid que la glace est capable de lui communiquer, il demeurera fixe & immobile. Voyez alors si sa surface est élevée au-dessus de la bouteille d'environ le quart de la longueur du Tuyau : sinon, ajoûtez ou ôtez-en ce qu'il faudra de Mercure, pour qu'elle soit à cette hauteur. Marquez le Tuyau vis-à-vis l'endroit où s'arrête le Mercure à ce terme de la Congellation : plongez ensuite le Thermométre dans l'Eau bouillante ; quand le Mercure y aura acquis le plus grand degré de chaleur qu'il puisse recevoir, sa surface s'arrêtera encore fixe & immobile. Marquez aussi sur le Tuyau, ce terme de l'Eau bouillante : écrivez ensuite sur la Planche 212 vis-à-vis ce dernier terme, & 32 vis-à-vis celui de la Congellation, divisant ensuite l'espace compris en 180 parties si le Tuyau est bien cylindrique, & portant 32 de ces parties au-dessous du point de la Congellation, le Thermométre sera gradué ; on écrira 0 au plus bas de ces degrés, qui est le plus grand froid qu'on ait observé en *Islande*.

Description abregée du Thermométre de M. de REAUMUR. *(a)*

La principale propriété de ce Thermométre, est de servir à comparer les différents degrés de chaleur à des mesures connuës, comme la *dilatation* & la *condensation* d'une liqueur quelconque, telle que l'Esprit de Vin.

On connoît ces différents degrés de la dilatation ou de la condensation de la liqueur, en comparant l'accroissement ou la diminution de son volume, pris dans un degré de chaleur connu & déterminé.

En supposant, par exemple, que le volume de l'Esprit de Vin dans ce degré de chaleur déterminé, soit de 1000 mesures ou parties, & que le volume soit devenu 1010 des mêmes parties par un plus grand degré de chaleur, cet accroissement de $\frac{10}{1000}$ parties dans le volume de la liqueur, exprimera la dilatation par ce plus grand degré de chaleur. De même, si la liqueur est exposée à un froid capable de la réduire à ne plus occuper que 985 parties, des 1000 qu'elle occupoit auparavant; cette diminution de $\frac{15}{1000}$ parties de son premier volume, fera voir la quantité dont elle aura été condensée par ce degré de froid.

Ainsi donc pour connoître les degrés de dilatation ou de condensation de l'Esprit de Vin, il ne s'agit que de mesurer l'accroissement, ou la diminution de son volume, c'est-à-dire de comparer l'espace qu'il occupe actuellement, à celui qu'il occupoit dans un certain état dont on est convenu.

Cet état de la liqueur auquel M. de *Reaumur* propose de comparer tous les autres, est celui où elle est, quand elle est environnée d'Eau qui commence à se glacer, ou plutôt de neige, ou de glace pilée qui commence à se fondre; il a préferé ce terme de la Congellation à tout autre, tant parce que c'est un point fixe &

(a) *Extrait des Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences, Année* 1730. *pag.* 452.

facile à saisir par toute la Terre, que parce qu'il semble être le terme naturel du chaud & du froid.

Il le fixe environ au tiers du Tuyau, au-dessus de la boule, & ayant supposé la capacité de la boule & de la partie du Tuyau qui est au-dessous du fil, divisée en 1000 parties, il cherche à déterminer la milliéme partie de cet espace; pour cet effet, il employe de petites mesures de verre très-exactes, avec lesquelles il en construit d'autres 10 fois, & 100 fois plus grandes, & s'étant fait un assortiment de mesures de toutes sortes de grandeur, il est en état de diviser bien-tôt en 1000 parties, la capacité d'une boule de Thermométre quelconque.

Ayant donc versé 1000 mesures d'Eau dans une bouteille proposée pour faire un Thermométre, & examiné si sa superficie se trouve à peu près au tiers du Tuyau, il attache fortement un fil vis-à-vis cette surface, & fait sortir 25 mesures d'Eau, des 1000 qui sont dans la bouteille. Ensuite attachant le Thermométre sur sa planche, il verse en leur place 25 mesures de vif-argent une à une, observant de faire un trait sur la planche, vis-à-vis l'endroit où se termine la surface de l'Eau, après qu'il a versé chaque mesure de vif-argent; il continuë à verser ainsi plusieurs mesures jusqu'au haut du Tuyau, ce qui lui fait une Echelle, dont chaque partie est la milliéme de tout l'espace compris dans la bouteille, & portion du Tuyau qui est au-dessous du fil; cette maniere de mesurer est fort exacte, & prévient les erreurs qui pourroient naître de l'inégalité des Tuyaux, qui ne sont jamais bien cylindriques.

Cette graduation étant achevée, il fait sortir l'Eau & le Vif-argent qu'il a mis dans la bouteille, & l'emplit d'Esprit de Vin coloré; il en verse jusqu'à ce qu'il y en ait quelques pouces au-dessus du fil; alors il entoure la bouteille de neige ou de glace pilée, ou bien la plonge dans de l'Eau qu'il fait geler artificiellement. La liqueur se condense & descend, jusqu'à ce qu'elle s'arrête enfin sans monter ni descendre, tant qu'elle reste environnée de glace: si le point où s'arrête la liqueur est au-dessus ou au-dessous du fil, il en ôte ou en ajoûte, jusqu'à ce qu'elle soit précisément vis-à-vis.

Quand le point de la Congellation est ainsi déterminé, il ne reste plus qu'à sceller hermétiquement le Tuyau, après en avoir chassé un peu d'air, & à l'attacher sur la planche : il écrit d'un côté o vis-à-vis le terme de la Congellation, & au-dessus les nombres 1, 2, 3, 4, 5, & qui doivent exprimer les degrés de chaleur : il est écrit de même au-dessous de o en allant vers la boule, les mêmes nombres 1, 2, 3, 4, 5, qui doivent marquer les degrés de froid. De l'autre côté vis-à-vis o il écrit le nombre 1000, & au-dessus les nombres 1001, 1002, 1003, &c. qui sont les degrés de dilatation, comme aussi au-dessous les mêmes nombres 1001, 1002, 1003, &c. qui expriment ceux de condensation.

Ainsi quand la liqueur du Thermométre sera élevée vis-à-vis le nombre 10 au-dessus du terme de la Congellation, le nombre 1010, qui sera vis-à-vis, exprimera que par la chaleur actuelle, le volume de l'Esprit de Vin, est augmenté de $\frac{10}{1000}$, ou de $\frac{1}{100}$ partie de celui qu'il avoit au terme de la Congellation, ce qui est un langage intelligible, & qui présente un objet réel & saisissable.

On voit évidemment, que tous les Thermométres remplis du même Esprit de Vin & construits sur ces principes, doivent avoir une marche uniforme, & marquer le même degré, quand ils sont dans la même exposition; car la raréfaction de l'Esprit de Vin étant l'effet de la chaleur, les degrés de raréfaction doivent être les mêmes, quand ceux de chaleur sont pareillement les mêmes, comme on les suppose, ainsi deux Observateurs sont en état de comparer la chaleur de *Pondichery*, à celle de *Paris*, quand ils ont chacun un Thermométre construit sur ces principes.

Il est absolument nécessaire de se servir du même Esprit de Vin, pour avoir des Thermométres dont les degrés soient comparables; comme il s'en trouve qui ont différents degrés de *Dilatabilité*, M. de *Reaumur* a choisi celui dont le volume étant de 1000 parties au terme de la Congellation, devient 1080, ou augmente de $\frac{80}{1000}$ dans l'Eau bouillante.

Celui qu'on trouve communément chez les Droguistes, est à peu près de ce caractere.

Construction du Thermométre de M. DELISLE.ª

Les degrés de ce Thermométre sont les parties d'une Echelle qui exprime la quantité, dont un volume quelconque de Mercure consideré dans l'Eau bouillante, est continuellement condensé dans l'air que nous respirons.

Prenez, comme dans le Thermométre de FAREINHEIT, un Tuyau de verre auquel soit soudée une bouteille convenable, examinez si le diamétre de ce Tuyau est partout égal, ce que vous connoîtrez facilement, en y faisant entrer un petit cylindre de Mercure d'environ deux pouces, & le faisant couler tout le long du Tuyau: car si le diamétre de ce Tuyau est inégal, le cylindre s'allongera ou s'accourcira suivant que le Tuyau deviendra plus étroit ou plus large; si on y trouve des inégalités, on les exprimera sur un papier à part, afin d'en tenir compte dans la graduation.

Ayant donc un Tuyau tel qu'il convient, il faut le peser & l'emplir ensuite tout-à-fait de Mercure très-pur & très-sec, on l'exposera à l'air le plus froid qu'il sera possible, afin qu'il entre davantage de Mercure: en pesant le Thermométre ainsi rempli, & faisant déduction du poids du Tuyau, on connoîtra aisément celui du Mercure qui remplit sa capacité.

Pendant cette opération on aura fait bouillir de l'Eau dans un vase convenable, & on y plongera presque tout le Thermométre si on peut. On ramassera avec soin le Mercure, que la chaleur de l'Eau bouillante aura fait sortir du Tuyau, & quand la superficie de la colonne restera constamment à l'orifice de ce Tuyau, on l'ôtera de l'Eau bouillante, & on l'exposera au même air, froid comme auparavant: on pesera avec la balance la plus exacte, cette petite quantité de Mercure qui est sortie du Tuyau lorsqu'il étoit plongé dans l'Eau bouillante.

a *Miscellanea Berolin.* TOM. IV. pag. 343.

Cependant le Mercure qui est dans le Tuyau, & qu'on a laissé exposé à l'air froid s'est déja condensé, & sa surface s'est arrêtée quelque part sans baisser ni hausser davantage, il faut marquer sur le Tuyau l'endroit vis-à-vis duquel cette surface s'arrête fixe & immobile, ensuite de quoi la graduation sera bien-tôt faite, car *la quantité de Mercure qu'on avoit d'abord introduite, est à ce qui s'en est écoulé dans l'Eau bouillante, comme la capacité de la Boule & du Tuyau prises ensemble, est à la partie de ce Tuyau qui est demeurée vuide après l'abaissement du Mercure.*

Les deux premiers termes de cette proportion, sont connus par des mesures actuelles, & supposant la capacité de la bouteille divisée en 1000, 10000, ou 100000 parties, on aura bien-tôt le quatriéme terme par la regle de trois. Ce quatriéme terme exprimera donc en parties du volume du Mercure, la quantité dont ce volume s'est condensé par le froid de l'air auquel il a été exposé. Ainsi si ce degré de froid auquel on a exposé le Thermométre au sortir de l'Eau bouillante, est le même que celui de la Congellation, & que le quatriéme terme de la proportion soit 150 (si on a supposé la capacité de la bouteille & du Tuyau divisée en 10000 parties,) on connoîtra qu'un volume de Mercure de 10000 parties dans un état constant & saisissable, tel que celui de l'Eau bouillante s'est condensé de $\frac{150}{10000}$ par un froid tel que celui de la Congellation.

On achevera l'Echelle en divisant la longueur du Tuyau depuis son orifice jusqu'à la marque, en autant de parties qu'en exprime le quatriéme terme de la proportion; on mettra o à l'orifice du Tuyau, & les autres nombres dans la suite naturelle jusqu'à la bouteille.

Ces parties seront égales, si le Tuyau étoit bien cylindrique, & proportionnelles s'il ne l'étoit pas.

J'ai trouvé par plusieurs Expériences le terme de la Congellation à $148\frac{1}{3}$, & 149: d'autres l'ont trouvé plus haut ou plus bas, je crois avec M. *Martine*, qu'on pourroit le fixer à 150, alors la construction du Thermométre seroit bien plus commode, & pourvû qu'on eut

de l'Eau bouillante & de la glace, on auroit bien à l'Echelle.

Car ayant mis le Thermométre tout rempli dans l'Eau bouillante, & fait ensorte que la superficie de la colonne soit bien à l'orifice du Tuyau, si après l'avoir retiré on l'entoure de neige ou de glace pilée, l'endroit où s'arrêtera la surface du Mercure quand il sera parfaitement refroidi, sera le terme de 150.

M. *Fareinheit* s'est apperçû que la chaleur de l'Eau bouillante varioit suivant la pesanteur de l'air, qu'elle étoit plus grande quand le Barométre étoit plus élevé, & moindre quand il étoit plus bas; j'ai eu occasion de confirmer cette Expérience par l'Observation suivante.

Le 6. Octobre 1739. sur la pointe la plus élevée du *Canigou*, le Barométre étant à 20 pouces 2 lignes $\frac{1}{11}$, la chaleur de l'Eau bouillante n'a pû élever le Mercure qu'à 15°. dans le Thermométre de M. *Delisle*, tandis qu'elle le faisoit monter à 0 à *Perpignan*, où le Barométre étoit à 28 pouces 2 lignes.

Le même Thermométre étant entouré de neige, qu'on trouve en abondance dans les fondrieres du *Canigou*, la liqueur est descenduë à 148, comme la glace l'a fait descendre à *Paris*.

D'où il est évident que la pesanteur de l'air influë sensiblement sur la chaleur de l'Eau bouillante, mais qu'elle n'altére en aucune maniere le terme de la Congellation.



COMPARAISON

Des principaux THERMOMETRES qui sont aujourd'hui en usage.

	Thermométre de l'Observatoire.	Therm. de la Société Royale.	Thermom. de *Fareinheit.*	Thermom. de M. de *Reaumur.*	Thermométre de M. *Delisle.*
Chaleur de l'eau bouillante.	....	....	.. 212 ..	.. 80 ..	.. 0 ..
Chaleur du Corps humain.	.. 90 ..	....	.. 96 ..	.. 33 ..	.. 96 2/3 ..
Terme de la Congelation.	.. 30 ..	.. 77 ..	.. 32 ..	.. 0 ..	.. 150 ..

§. III.

Recit de plusieurs Expériences faites devant la Société Royale, avec quelques recherches sur la cause de l'élévation, & de la suspension des liqueurs dans les Tuyaux capillaires.

IL y a quelques jours qu'un homme d'esprit de mes amis, me proposa une méthode de faire le mouvement perpétuel, qui me parut si plausible & si aisée à démontrer par une Observation de M. *Hauksbée*, que quoique je sois fort éloigné d'avoir la moindre confiance dans ces sortes de recherches, cependant j'avouë que je n'ai jamais pû réüssir à trouver en quoi manquoit la prétenduë découverte, dont l'Expérience m'a démontré la fausseté. Mais comme la recherche des choses impossibles a souvent donné lieu à de nouvelles découvertes, auxquelles les Inventeurs ne se seroient pas attendus, de même cette idée m'a mis à portée non-seulement de corriger

quelques petites erreurs de M. *Haukſbée*, mais encore de découvrir la véritable cauſe de l'élévation & de la ſuſpenſion des liqueurs dans les Tuyaux capillaires.

I. Voici la propoſition de mon ami; *abc* (Fig. 42) eſt un Siphon capillaire, dont les deux branches ont des diamétres & des longueurs inégales; l'orifice *a* de la plus longue & de la plus étroite *ab* étant plongé dans l'eau, elle s'y élevera au-deſſus du niveau, juſqu'à ce qu'elle empliſſe tout le Tube *ab* où elle demeurera ſuſpenduë : ſi on plonge de la même maniere, la branche la plus courte & la plus large *bc*, l'eau montera ſeulement à une certaine hauteur *fc*, moindre que la hauteur entiere du Tube. Ce Syphon étant plein d'eau, & l'orifice *a* étant plongé dans l'eau *de*; voici comme raiſonnoit mon ami.

Puiſque les deux colomnes d'Eau *ab*, *fc*, ſont par ſuppoſition ſuſpenduës par quelque puiſſance qui agit en dedans des Tubes, ces puiſſances ne pourront pas déterminer l'eau à ſe mouvoir ni d'un

côté ni d'un autre ; mais la colomne *bf* que rien ne soutient doit descendre, & faire sortir l'eau par *c* ; or la pression de l'Atmosphére agissant sur l'eau de bas en haut, l'élevera par l'orifice *a* pour remplir le vuide, qui arriveroit sans cela dans la partie supérieure du Tube *bc*, ce qui doit faire le mouvement perpetuel, puisl'eau tombe dans le même vaisseau dont elle puisée. Mais l'Expérience, comme j'ai dit, fait voir la fausseté de ce raisonnement : car

Exp. 1. L'eau au lieu de sortir par l'orifice *c*, s'éleve vers *f*, & sortant presque toute de la branche *bc*, elle demeure suspenduë à la hauteur *ab*.

Exp. 2. La même chose arrive en ôtant le Syphon de dedans l'eau, dans laquelle est plongé l'orifice inférieur *a*, car l'eau tombant en forme de gouttes par cet orifice *a*, s'arrête enfin à la hauteur *ab* ; mais dans ces Expériences, il faut que *ag* différence des deux branches, excéde *fc*, autrement l'eau ne retomberoit ni d'un côté ni d'autre.

EXPER. 3. En renverſant le Syphon quand il eſt plein d'eau, elle y reſte ſans ſe mouvoir d'un côté ni d'un autre.

Tous ces Phœnomenes s'expliqueront aiſément, quand nous aurons découvert par quels principes l'eau ſe tient ſuſpenduë dans les Tuyaux capillaires.

II. Voici à préſent l'Obſervation de M. *Haukſbée*. Soit *abcf*, (Fig. 43,) un Syphon capillaire dans lequel l'eau s'éleve à la hauteur *cf*; ſoit *ab* l'abaiſſement de l'orifice de la plus longue branche, au-deſſous de la ſurface de l'eau *de*; le Syphon étant plein d'eau, ſi *ab* eſt moindre que *cf*, l'eau ne ſortira pas par l'orifice *a*, mais demeurera ſuſpenduë.

Cela paroît fort plauſible au premier abord, car puiſque la colomne d'eau *fc* doit être ſuſpenduë par quelque puiſſance qui agit en dedans du Tube; pourquoi ne le feroit pas la colomne *bu* qui eſt égale, ou même moindre que la premiere colomne.

EXP. 4. Dans l'Expérience, ſi l'orifice *c* eſt élevé au-deſſus de l'eau *de*, l'eau

reste suspenduë dans le Tube, à moins que *b a* n'excéde *f c*.

Exp. 5. Mais quand *c* est tant soit peu plongé dans l'eau, aussi-tôt l'eau fort en gouttes par l'orifice *a*, quoique la longueur *ab* soit considérablement moindre que la hauteur *fc*.

M. *Haukshée* dans son Recueil d'Expériences, a avancé une autre Observation; sçavoir, que la plus courte branche d'un Syphon capillaire, tel que *abcf* doit être plongée dans l'eau, à une profondeur égale à la hauteur à laquelle l'eau resteroit suspenduë, avant qu'elle puisse sortir par la plus longue branche.

Exp. 6. Je ne sçaurois imaginer d'où vient l'erreur, car l'eau sort par la plus longue branche, aussi-tôt que l'orifice de la plus courte vient à toucher la surface de l'eau, même sans être plongé dedans.

III. Je viens à présent à la cause de l'élévation & de la suspension de l'eau dans les Tuyaux capillaires.

Les Expériences de M. *Haukshée*, prouvent suffisamment que ce Phoenome-

ne ne dépend pas de la preſſion de l'Atmoſphére, & que la cauſe qu'il en a aſſignée, ſçavoir, l'attraction de la ſurface concave du Tuyau eſt pareillement inſuffiſante ; c'eſt ce que je démontre.

Puiſque dans chaque Tuyau capillaire, la hauteur à laquelle l'eau s'éleve eſt réciproquement comme le diamétre du Tube, il ſuit que la ſurface qui tient l'eau ſuſpenduë eſt toujours une quantité donnée ; mais la colonne d'eau ſuſpenduë eſt comme le diamétre du Tube, donc ſi l'attraction de la ſurface environnante eſt la cauſe de la ſuſpenſion de l'eau, il s'enſuit que d'égales cauſes produiſent des effets inégaux, ce qui eſt abſurde.

On peut objecter, que dans deux Tubes de diamétres inégaux les circonſtances peuvent être différentes, & par conſéquent les cauſes, quoi qu'égales, peuvent produire des effets différents, car le moindre Tube a non-ſeulement une plus grande courbure, mais encore les parties d'eau qui ſont au milieu, ſont plus

proche de la surface attirante, que dans le Tuyau le plus large.

Mais tout ce qui pourra s'ensuivre de cette Objection, ce sera seulement, que le Tube le plus étroit doit soutenir une plus grande quantité d'eau ; ce qui est contraire à l'Expérience ; car les colomnes suspenduës sont comme les diamétres des Tubes.

Mais, comme en pareil cas, les Expériences satisfont toujours beaucoup plus que les raisonnemens de Mathematique, la suivante me paroît tout-à-fait décisive.

Le Tube *dc* (Fig. 44) est composé de deux parties, dans la plus grande desquelles l'eau s'éleve à la hauteur *bf*; mais dans la partie la plus étroite si elle étoit suffisamment longue, elle s'éleveroit à la hauteur *cd*.

Exp. 7. Ce Tube étant rempli d'eau, & le bout le plus large *c* étant plongé dans l'eau *ab*, toute l'eau reste suspenduë.

Exper. 8. L'extrémité la plus étroite étant plongée comme dans la Fig. 45, l'eau

l'eau descend aussi-tôt, & reste à la hauteur $dg = bf$.

D'où il est manifeste, que la suspension de l'eau dans la premiere de ces Expériences, ne vient pas de l'attraction de la surface environnante, puisque si cela étoit, cette surface étant la même quand le Tube est renversé, l'eau devroit demeurer à la même hauteur.

IV. Ayant fait voir l'insuffisance de cette hypothese, je passe à la véritable cause de ce Phœnomene, sçavoir l'Attraction de la *peripherie*, ou plutôt de la portion annulaire du Tube à laquelle la surface de l'eau est contiguë & adhérente, car c'est seulement de cette partie du Tube, que l'eau doit s'éloigner en s'abaissant, & par conséquent la seule qui par la force de son Attraction, s'oppose à sa descente.

Cette cause est proportionnelle à l'effet, puisque cette circonférence & la colomne suspenduë, sont toutes deux proportionnelles au diamétre du Tube.

Quoique ces circonstances soient suf-

fisantes pour fournir une démonstration complette, cependant pour plus grande évidence, je produirai les Expériences suivantes. Soit donc *edc* (Figure 46) un Tube pareil à celui dont nous nous sommes servi dans la 7[e] & 8[e] Expérience, excepté que la partie la plus étroite est ici la plus longue ; soient *af* & *bg*, les hauteurs ausquelles l'eau se tiendroit suspenduë dans les deux Tubes *ed*, *dc*.

Exp. 9. Si on plonge dans l'eau *ab* le plus large orifice *e* de ce Tube, & qu'on l'emplisse jusqu'à quelque hauteur moindre que la longueur de la partie la plus large, l'eau restera précisément au niveau du point *g*.

Mais si la surface de l'eau entre tant soit peu dans le Tube le plus étroit *ed*, toute la colomne *dc* sera suspenduë, pourvû que la longueur de cette colomne n'excéde pas *af*.

Il est évident par cette Expérience, que rien ne peut soutenir l'eau à une si grande hauteur, que le contact de la circonférence du petit Tuyau à laquelle la

surface supérieure de l'eau est contiguë, car par la supposition le Tube *dc* n'est pas pas capable de soutenir l'eau à une hauteur plus grande que *bg*.

Exp. 10. Quand le même Tuyau est renversé comme dans la Figure 47, & que l'eau est élevée dans l'extrêmité inférieure du Tuyau plus large *cd*, elle descend aussi-tôt, si la longueur de la colomne suspenduë est plus grande que *gb*, au lieu que dans le Tube *de*, elle seroit suspenduë à la hauteur *af*; d'où il paroît évidemment que la suspension de la colomne *dh*, ne dépend point de l'attraction du Tube *de*, mais de la superficie annulaire du Tube plus large, à laquelle l'eau est contiguë.

V. En faveur de ceux qui aiment a voir les mêmes choses tournées de plusieurs manieres, je vais joindre les Expériences suivantes, qui sont les mêmes au fond, que ces deux dernieres.

Dans la Fig. 48, *abc* est un Syphon, dont la plus courte & plus étroite branche est telle, que si elle étoit suffisam-

ment longue, elle soutiendroit une colomne d'eau de la hauteur *ef*, au lieu que la plus large & la plus longue *bc* n'en suspendroit qu'une de la hauteur *gh*.

Exp. 11. Ce Syphon étant plein d'eau & mis dans la même position qu'on le voit dans la Figure, l'eau ne sort pas à l'orifice *c* de la plus longue branche, à moins que *dc* différence de ces branches, *ab* & *bc* n'excéde la longueur *ef*.

Exp. 12. Si la branche la plus étroite *bc* est plus longue que *ab* (Figure 49) l'eau sortira en *c*, pourvû que *dc* différence des branches, excéde *ef*, autrement elle resteroit suspenduë.

Il est évident dans ces deux Expériences, que les colonnes *dc* sont soutenuës par l'attraction des *peripheries* en *a*, puisque leurs longueurs sont égales à *ef*, ou à la longueur des colonnes, que ces *peripheries* sont capables de soutenir par supposition, au lieu que les Tubes *bc* soutiendroient des colonnes, dont les longueurs seroient égales à *gh*.

VI. Quoique ces Expériences paroif-

ſent déciſives, il ne ſera cependant pas mal-à-propos de prévenir les Objections qui ſe préſentent, & qu'on pourroit d'abord croire ſuffiſantes pour renverſer notre Theorie.

Puiſqu'une *peripherie* du Tube *ed*, dira-t'on (Figure 46); ne peut ſoutenir qu'une colomne de la longueur *af* contenuë dans le même Tube, comment pourra-t'elle ſoutenir une colomne beaucoup plus large dans le Tube *dc*, puiſqu'elle eſt d'autant plus grande que l'autre, que la ſection du grand Tube excéde celle du petit? De plus, ſi la *peripherie* du grand Tube *dc* Fig. 47. eſt capable de ſoutenir une colomne d'eau dans le même Tube de la longueur *bg*, pourquoi ne ſupporteroit-elle pas une colomne plus longue dans le Tuyau plus étroit *ed*?

On peut faire la même queſtion pour les Expériences 11 & 12. La réponſe eſt aiſée, car les forces de ces deux colomnes, ſont préciſément les mêmes, que ſi les Tubes *ed*, *cd* qui les ſoutiennent étoient continués au-delà de la ſur-

face de l'eau *ab*, puisque les vitesses de l'eau, là où ces colomnes deviennent ou plus larges ou plus étroites, sont aux vitesses des *peripheries* attirantes, réciproquement comme les différentes sections des colomnes.

Exp. 13. On tire delà ce paradoxe singulier, sçavoir, qu'étant donné un vaisseau *abc* (Fig. 50) de Figure quelconque, & qui contienne une quantité d'eau aussi quelconque, toute cette quantité d'eau peut rester suspenduë au-dessus du niveau, si le haut de ce vaisseau est un Tuyau capillaire d'une finesse suffisante. Mais l'Expérience réüssira-t'elle, quand la hauteur du vaisseau sera plus grande que celle, à laquelle la pression de l'Atmosphére peut élever l'eau, & comment sera-t'elle dérangée par le vuide? c'est ce que j'examinerai dans un autre Mémoire.

La cause qui soutient l'eau dans les Tuyaux capillaires étant découverte, il n'est pas difficile d'expliquer pourquoi elle paroît y monter d'elle-même. Car puisque l'eau qui entre dans les Tuyaux ca-

pillaires, perd de sa gravité par l'attraction de la *peripherie* qui touche sa surface, elle doit donc s'élever plus haut, partie par la pression de l'eau du vase, partie par l'attraction de la *peripherie* qui est immédiatement au-dessus.

§. IV.

Nouvelles Expériences sur l'action des Tuyaux de verre sur l'Eau & le Vif-argent par Monsieur Jurin. (*a*)

DANS un Mémoire que je présentai il y a quelque temps à la Société Royale, j'avançai que la suspension de l'eau dans les Tuyaux capillaires, venoit de ce qu'elle étoit attirée par la partie annulaire de la surface intérieure du Tube, qui est contiguë à celle de l'eau. Entre plusieurs Expériences dont je me servis alors pour appuyer cette opinion, je rapportai celle d'un Entonnoir de verre de plusieurs pouces de diamétre, & dont la queuë étoit tirée en Tuyau capillaire très-

(*a*) Extrait des Transactions Philosophiques, n°. 363.

délié : je disois que cet Entonnoir étant rempli d'eau, & renversé dans une Cuvette, toute la quantité qu'il en pouvoit contenir, restoit suspenduë au-dessus du niveau de celle de la Cuvette par l'attraction du petit anneau de verre, auquel la surface supérieure de l'eau de l'Entonnoir étoit immédiatement contiguë : aussi-tôt que ce Mémoire a été imprimé, on a vû paroître un Livre composé par un illustre & Sçavant Membre de cette Société, dans lequel cette Expérience est rapportée de la maniere suivante.

„ Si on a un Entonnoir plein d'eau, „ comme *ABC*, (Figure 51) dont le „ grand orifice soit plongé dans l'eau d'u„ ne Cuvette *BC*, & que la queuë de „ cet Entonnoir soit tirée en Tuyau ca„ pillaire ouvert en *A*, l'eau restera suspen„ duë dans l'Entonnoir, sçavoir, la colom„ ne *Aa* par l'attraction de la circonfé„ rence annulaire du Tube qui est à sa „ surface, & les autres colomnes d'eau, „ comme *Ff*, *Dd*, *Ee*, *Gg* le seront à

proportion, par l'attraction des parties " du verre qui sont au-dessus d'elles, tel- " les que *F, D, E, G. Il paroît que les* " *colomnes, ou filets d'eau* Dd, Ee, *ne cou-* " *lent pas vers* F f *ou* G g, *& ne se quittent* " *point à cause de l'adhérence qu'elles ont* " *avec la colomne* A a *que le Tube soutient*, " *car si on brise le Tube en* D, E, *toute l'eau* " *s'écoule aussi-tôt.* „

Comme cette solution est différente de celle que j'ai donnée, & que la réputation de l'Auteur, dont tout le monde connoît la sagacité en fait de Physique Expérimentale, étoit capable d'authoriser son sentiment, je me suis crû obligé d'examiner de nouveau les circonstances de cette Expérience, afin de réfuter son sentiment ou de corriger le mien; c'est pourquoi, à la premiere Assemblée de la Société, j'ai fait voir l'Expérience suivante.

afbcg (Figure 52) est un Entonnoir dont la partie inférieure est Cylindrique, & a une hauteur considérable: l'extrêmité supérieure est tirée en Tuyau capil-

laire en *a* : ce vaisseau contient de l'eau de la hauteur *bf*, de maniere que sa surface *bg* n'atteint point à la partie courbée de l'Entonnoir : ayant mis mon doigt mouillé sur le bout *a*, il est entré une petite quantité d'eau dans le Tuyau capillaire en *a* ; & l'eau contenuë dans cet Entonnoir est restée suspenduë au-dessus du niveau, comme dans la premiere Expérience.

Or il est évident par celle-ci, que les petits filets d'eau dans lesquels nous supposons le Cylindre *fgbc*, partagé, ne sont pas soutenus par l'attraction des parties concaves du verre, puisqu'elles n'y touchent point du tout, ni par une colomne d'eau centrale, qui soit elle-même soutenuë par son contact avec le haut du Tuyau capillaire, & supporte toutes celles qui l'environne par son adhérence avec elles ; or c'est sur ces deux points, que l'explication de notre Auteur est fondée.

Voici néanmoins comment on peut expliquer cette Expérience ; le Cylindre

d'eau *fbgc* fait équilibre par son poids avec une partie de la pression de l'Atmosphére, qui pese sur la surface de l'eau de la Cuvette, & tend à repousser en haut l'eau du Cylindre ; une autre partie de cette pression de l'Atmosphére est en équilibre avec le ressort de l'air *afg* qui est demeuré entre la surface du Cylindre d'eau *fbgc*, & la colomne du Tuyau capillaire *a*; mais comme cet air presse également de tous côtés, il doit faire autant d'effort contre la pression qu'exerce l'Atmosphére sur la petite colomne d'eau en *a*, qu'il en fait sur celle du gobelet; le reste de la pression de l'Atmosphére sur la colomne d'eau en *a*, est soutenu par la force avec laquelle cette colomne est adhérente au Tuyau capillaire, laquelle par conséquent doit faire équilibre avec le poids du Cylindre d'eau *fgbc*, & c'est la véritable cause de la suspension de ce Cylindre, quoiqu'elle ne soit pas immédiate.

L'Expérience réussit de même, quand à une colomne d'eau *fgbc*, on en sub-

ſtituë une de vif-argent, & qu'on touche de même le haut du Tube avec le doigt mouillé, mais la hauteur de l'eau doit d'autant excéder celle du vif-argent, que la gravité ſpécifique de celui-ci eſt plus grande.

Je vais maintenant m'acquitter de la promeſſe que j'ai faite dans le diſcours dont je viens de parler, ſçavoir d'examiner ſi les Expériences qui y ſont rapportées réüſſiroient dans le vuide, & ſi l'eau pourroit reſter ſuſpenduë dans un grand Tuyau, dont le haut ſeroit tiré capillaire, a une hauteur plus grande que celle à laquelle la preſſion de l'Atmoſphére pourroit la ſoutenir.

Pour cela j'ai fait bouillir de l'eau, & je l'ai purgée de tout ſon air dans la Machine Pneumatique, après quoi les Expériences ont réüſſi auſſi-bien dans le vuide, que dans l'air libre. La treiziéme Expérience, entr'autres, a été faite avec un Tube de 35 pouces de long, & d'un quart de pouce de diamétre, dont le haut étoit tiré en un filet délié ; étant plein

d'eau purgée d'air comme ci-devant, la même quantité a resté suspenduë dans le vuide; ce qui fait voir évidemment que le succès de cette Expérience ne dépend aucunement de la pression de l'air, puisqu'une petite quantité d'air n'a pas été capable de soutenir l'eau à une si grande hauteur, & par conséquent que la hauteur à laquelle l'eau peut être suspenduë par le verre, n'est point bornée par cette pression.

Mais je dois faire sentir une difficulté considérable qui se présente d'abord à ceux qui examinent cette Expérience: pour la rendre plus manifeste, il faut observer ce qui arrive, quand on emplit d'eau purgée d'air, un Tuyau capillaire, & qu'on l'enferme dans un Récipient dont on a pompé l'air.

Dans ce cas, toute la colomne d'eau contenuë dans ce Tube *abc* (Fig. 53) est suspenduë par l'attraction de l'anneau au haut du Tube *a*, & quoique cet anneau n'agisse pas immédiatement sur les parties d'eau, hormis sur celles qui lui

ſont contiguës, & celles qui ſont aſſez proches, pour être dans ſa Sphere d'attraction qui ne s'étend qu'à une très-petite diſtance ; cependant il eſt impoſſible que les autres parties d'eau, comme celles qui ſont en *c* ſe ſéparent de l'eau qui eſt au-deſſus d'elles & tombent en bas, parce que l'action de l'anneau en *c* s'oppoſe à leur deſcente ; car étant égal à l'anneau *a*, il eſt capable de ſuſpendre une colomne de la longueur *ab*, & par conſéquent il eſt plus que ſuffiſant pour ſoutenir la colomne *cb*, d'où il eſt évident qu'aucune autre partie de l'eau contenuë dans le Tube, ne peut deſcendre à moins que la partie ſupérieure jointe au poids de l'eau qui eſt au-deſſous, ne devienne capable de vaincre l'attraction du verre en *a*.

Mais dans un Tube compoſé, comme celui dont nous nous ſommes ſervi dans une de nos Expériences (Fig. 54) (*acb*) le cas eſt bien différent, & on n'apperçoit pas aiſément, pourquoi dans le vuide, chaque partie d'eau dans l'en-

droit le plus large du Tube, comme en *c*, n'abandonne pas celle qui est au-dessus & ne descend pas, puisque l'anneau *c* est beaucoup trop large pour pouvoir soutenir une colomne d'eau aussi longue que *cb*.

La meilleure réponse que je puisse faire à cette difficulté, c'est que l'adhérence de l'eau du petit Tuyau à celle du plus large, suffit pour compenser le poids de l'eau suspenduë, mais comment cette cohésion dépend-elle d'un milieu assez subtil pour passer au travers du Récipient, c'est ce qui mérite attention. Car quoiqu'un tel milieu puisse pénétrer également les pores de l'eau du Gobelet, & du Tuyau capillaire, cependant il agira avec toute sa force sur les parties solides de l'eau, (s'il m'est permis de parler ainsi) qui en composent la surface dans le Gobelet, au lieu que de semblables parties solides dans le Tube, qui se trouveroient directement sous les parties solides de cette surface de l'eau du Gobelet, seroient à couvert de cette pression, d'où s'ensuit qu'il y auroit

une moindre pression de ce milieu sur la partie de l'eau enfermée dans le Tuyau capillaire, que sur une égale surface de l'eau de la Cuvette : de façon que la colomne d'eau suspenduë dans le Tube, pourroit être soutenuë par la différence entre ces deux pressions ; cette explication peut être confirmée par les Expériences suivantes, quoique j'aille parler tout-à-l'heure d'une autre cause qui contribuë au succès des premieres, & de celles-ci.

Je rapporterai d'abord la fameuse Expérience de la suspension du Mercure, à la hauteur de 70 ou 75 pouces dans le Tube de *Toricelli*, dans l'air libre, à quoi nous pouvons ajoûter celle qui a été pareillement faite dans un Récipient vuide d'air, & rapportée par M. *Papin* dans sa *continuation du Digésteur* ; je ne parlerai point de la suspension de l'eau purgée d'air dans le vuide, rapportée dans le même Livre, parce qu'il y a peu de différence entre cette Expérience, & celle que je viens de rapporter, le haut de la courbure

courbure du Tuyau, que nous pouvons ſuppoſer auſſi petit que nous voudrons, tenant lieu du Tuyau capillaire qui eſt au haut de notre Tube; mais nous ne devons pas paſſer ſous ſilence les Expériences qu'a fait l'illuſtre M. *Huyghens*, & qu'il a publié dans les Tranſactions Philoſ. n°. 86, ſur l'adhérence des deux Plateaux polis dans un Récipient vuide d'air, de même que l'écoulement de l'eau & du mercure purgé d'air par le Syphon, ſous le Récipient de la Machine Pneumatique, qu'il rapporte au même principe dont nous nous ſommes ſervi pour expliquer les nôtres.

III. Quand à l'exiſtence d'un tel milieu, je me contenterai de renvoyer à ce qu'en a dit notre illuſtre Préſident, dans les queſtions qui ſont à la fin de la derniere édition de ſon *Optique*, & comme j'ai eu dernierement l'honneur d'entretenir la Société de quelques Expériences, qui ſont exactement conformes à celles du Docteur *Taylor*, de Monſieur *Haukſbée* & aux miennes, & qui me mettent à préſent

en état de faire là-dessus un petit systême; je l'ai disposé dans les propositions suivantes qui seront démontrées par les Expériences que j'y ai jointes.

PROP. 1. *Les particules d'Eau s'attirent mutuellement.*

Cette proposition est, je crois, universellement reconnuë, & n'a pas besoin de démonstration: la rondeur des gouttes de pluies, & l'empressement avec lequel deux gouttes d'eau semblent se joindre dès qu'elles se touchent, la prouvent assez.

PROP. 2. *Les particules du Vif-argent s'attirent mutuellement.*

C'est aussi manifeste par la rondeur qu'affectent les gouttes de Mercure posées sur une table unie, dont deux s'unissent aussi-tôt qu'elles viennent à se toucher.

PROP. 3. *L'Eau est attirée par le verre.*

Celle-ci est encore prouvée par toutes les Expériences que nous avons rapportées sur ce sujet.

PROP. 4. *Le verre attire le Vif-argent.*

Exp. 1. Si on met une petite goutte de Mercure ſur une feuille de papier, & qu'on la touche avec un morceau de cryſtal en l'élevant doucement, le vif-argent s'y attachera, & ſi le verre eſt élevé de deſſus le papier, il prendra le vif-argent de même que l'Aimant enleve un morceau de fil-de-fer; le vif-argent s'attachera par une ſurface plane d'une largeur conſidérable, par rapport au volume de la goutte, comme on le voit évidemment avec un microſcope; enfin ſi on tient le verre un peu obliquement, la goutte de Mercure roulera tout doucement ſur ſon Axe le long du bord inférieur du verre, juſqu'à ce qu'elle arrive au bout où elle reſtera ſuſpenduë comme auparavant.

Prop. 5. *Le verre attire plus les particules d'Eau, qu'elles ne s'attirent entr'elles.*

Cela paroît évidemment par l'élévation de l'eau dans les Tuyaux capillaires; car quand l'eau commence à s'élever dans les Tuyaux capillaires, toutes les particules d'eau qui touchent le petit an-

neau au fond du Tube, doivent avoir cessé de toucher l'autre Eau, & s'être élevées malgré leur gravité pour venir s'appliquer au verre; c'est ainsi qu'on explique les Expériences du Docteur *Taylor*, de M. *Hauksbée* & les miennes, car en y faisant attention, on verra que dans toutes, quelques parties d'eau abandonnent la masse, pour venir s'appliquer au verre.

PROP. 6. *Le verre attire moins les particules de Vif-argent, qu'elles ne s'attirent entr'elles.*

EXP. 1. Si on plonge un petit Tube *ab* ouvert par les deux bouts Fig. 55. dans un vaisseau plein de vif-argent, & qu'on l'approche du bord du vaisseau, afin qu'on puisse appercevoir au travers l'élévation du Mercure; le Mercure entrera en partie dans le Tube, mais il s'arrêtera à quelque endroit, comme en *e* au-dessous de la surface *cd*, & la distance *ce* sera toujours réciproque au diamétre du Tube.

Dans cette Expérience, une colomne

de vif-argent de la hauteur *ce* tend à faire monter le Mercure dans le Tuyau capillaire ; & comme on a déja prouvé que le verre attire le Mercure, l'attraction de la surface annulaire qui est contiguë sa superficie, tend à l'élever encore davantage.

Mais une autre puissance contraire s'oppose à cette élévation du Mercure, sçavoir l'attraction de la masse de Mercure avec laquelle la petite colomne communique ; non-seulement cette attraction contrebalance celle du verre, mais aussi le poids de la colomne *ce*, d'où il est clair qu'elle est plus grande que celle du verre.

La cause qui empêche le poids de la colomne de Mercure *ce*, étant donc la différence entre l'attraction de la surface annulaire du Tube en *e*, & celle d'une égale surface de Mercure de la Cuvette, dont celui qui tend à monter dans le Tube, doit s'éloigner pour s'unir à un semblable anneau de verre, cette cause, dis-je, sera proportionnelle à cette sur-

face annulaire, ou ce qui eſt la même choſe au diamétre du Tube, & puiſque la colomne ſoutenuë doit être proportionnelle à la cauſe qui la ſoutient, cette colomne doit pareillement être comme le diamétre du Tube : mais la colomne ſuſpenduë eſt comme le quarré du Tube, & le poids de la colomne *ce* conjointement ; d'où il ſuit que le poids de *ce* doit être réciproquement comme le diamétre du Tube, ainſi qu'on l'a trouvé par Expérience.

L'Expérience de l'élévation de l'eau dans les Tuyaux capillaires, eſt préciſément l'inverſe de celle-ci.

EXP. 2. En mettant du vif-argent dans un Syphon renverſé *acb*, (Figure 56) dont une des branches *ac*, eſt plus étroite que l'autre *cb*, la hauteur *ce* à laquelle ſe tient le Mercure dans la plus large branche *cb*, eſt plus grande que la hauteur *cd* à laquelle il ſe tient dans la plus étroite.

Au contraire, l'eau ſe tient plus élevée dans la branche plus étroite, que dans l'autre.

Exp. 3. Dans la Fig. 57 *abcd* représente une plaque de verre rectangulaire, qui fait le côté d'une boëte de buis, dans l'intérieur de laquelle est un autre verre plan de la même grandeur qui est bien appuyé sur le premier par l'extrêmité *ac*, & est écarté à l'autre extrêmité *bd*, de sorte que ces deux Plans forment un petit angle. Quand on verse du Mercure dans cette boëte à quelque hauteur, comme *ce* il s'insinuë entre les deux glaces planes, & montant entre ces glaces à différentes hauteurs, plus grandes ou moindres, selon qu'elles sont moins ou plus écartées, il forme une hyperbole ordinaire *cgf*, dont une des Asymptotes *ef* est la ligne à laquelle la surface du Mercure dans la boëte touche la glace intérieure, l'autre est la ligne *ac* qui joint les deux Plans : nous avons examiné avec soin cette hyperbole, M. *Hauksbée* & moi; les rectangles *ehg* nous ont parus égaux (avec toute l'exactitude qu'on peut esperer) ainsi qu'on démontre qu'ils doivent être, quand les Plans ont été considé-

rablement écartés ; mais quand les Plans n'ont pas été beaucoup écartés, leurs inégalités, quoique j'ai choisi les plus exacts, devenant plus grandes à proportion de leur distance, ont produit une altération sensible, c'est, je crois, la raison pourquoi les Ordonnées trouvées par M. *Hauksbée*, en examinant la courbe produite en sens contraire, en mouillant deux semblables glaces dans l'Esprit de Vin, ne répondent pas à celles de l'hyperbole.

EXPERIENCE 4. Figure 58. *ab* est le profil de deux glaces jointes en *a*, & écartées en *b*, de façon qu'elles forment un petit angle plan : *c* représente une goutte de Mercure assez large, la plus large est la meilleure ; ayant introduit cette goutte en *c*, en tenant les Plans dans une situation verticale, elle se retire du contact de ces deux Plans en *d* quand on les incline, & que leur situation approche de l'horisontale, & la distance *cd* devient plus grande ou moindre, selon que le Plan est plus ou moins incliné à l'horison,

Une goutte de quelque huile ou autre liqueur humide, ſe meut en ſens contraire, comme l'a fait voir M. *Haukſbée*.

Exp. 5. Fig. 59. *ab* eſt un Tube ouvert par les deux extrêmités, & d'un pied ou deux de long, dont la partie inférieure eſt tirée en Tuyau capillaire *b*, le Tube étant rempli de Mercure, toute la colomne reſtera ſuſpenduë, pourvû que le Tuyau capillaire *b* ſoit aſſez étroit; mais ſi on plonge l'extrêmité *b* dans d'autre Mercure, enſorte qu'il communique avec celui du Tuyau, celui-ci ſortira tout-à-fait juſqu'à ce qu'il ſoit arrivé à une hauteur moindre que *bc*, à laquelle il s'arrêtera de nouveau, la hauteur *bc*, étant à peu près dans une proportion réciproque au diamétre du petit bout du Tube.

La ſeptiéme Expérience du Mémoire précedent, eſt l'inverſe de celle-ci.

Exp. 6. Eſt la même que la précedente, excepté qu'elle eſt faite avec un grand entonnoir du verre *ab* au lieu du Tube, Fig. 60.

L'inverſe de celle-ci avec de l'Eau,

eſt la treiziéme du Mémoire précedent.

Dans toutes ces Expériences il eſt aiſé de voir que l'effet vient de la différence des attractions du Mercure au verre, & des parties du Mercure entr'elles, qui ſont toujours oppoſées l'une à l'autre, de ſorte qu'il eſt inutile d'expliquer chaque Expérience en particulier : mais il ſera plus à propos de prévenir le lecteur ſur l'Objection ſuivante, à laquelle je vais répondre.

Dans l'Expérience qui ſert à démontrer la quatriéme propoſition, le globule de Mercure s'attache au verre par une ſurface plane, ce qui ne ſçauroit ſe faire ſans augmenter la ſurface de ce globule, & par conſéquent ſans écarter chacune de ſes parties de leur contact mutuel : ſi donc elles tendent plus fortement les unes vers les autres que vers le verre, pourquoi ne s'éloigneroient-elles pas du verre, & ne prendroient-elles pas une figure parfaitement ſphérique, qu'elles devroient avoir pour ſe toucher plus intimement ?

On peut répondre à cela, que la puiſ-

ſance par laquelle le Mercure eſt attiré, ſoit qu'elle vienne du verre ou d'autre Mercure, eſt toujours proportionnelle à la ſurface attirante, par conſéquent, quoique toutes choſes égales, la tendence du Mercure au verre ne ſoit pas ſi conſidérable que ſa tendence vers d'autre Mercure; cependant comme dans ce cas, un plus grand nombre de particules de Mercure viennent à toucher le verre, qu'il ne s'en écarte de leur contact mutuel, il n'eſt pas étonnant que l'attraction du verre l'emporte, & cauſe l'adhérence du globule; car le nombre des parties du Mercure qui ſe ſéparent des autres, n'excéde pas celui qui compenſe la différence qui arrive dans les ſurfaces, quand la goutte change de figure, au lieu que les particules qui deviennent adhérentes au verre, ſont toutes celles qui forment la ſurface plane, par laquelle le globule touche le verre.

Cette conſidération doit pareillement s'appliquer à la ſuſpenſion du vif-argent dans les Tuyaux, tant à une hauteur

extraordinaire dans l'air libre, qu'à une moindre dans le vuide, car le haut du Tube étant ſphérique à peu près, on trouvera que le contact du Mercure à l'extrêmité du Tube, eſt au contact qu'il auroit avec l'autre Mercure, en quittant le haut du Tube & en deſcendant un peu, dans une raiſon infiniment grande; d'où l'on voit que le contact du Mercure au haut du Tube, eſt une des cauſes de ſa ſuſpenſion.

Coroll. 1. Il ſuit de cette propoſition, que dans un Barométre fait avec un Tube étroit, le vif-argent ne ſera jamais auſſi élevé que dans un plus large; ce qui explique le Phœnomene ſi ſouvent rapporté dans l'hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences par M. *de la Hire*, ſçavoir que dans le Barométre dont il ſe ſervoit ordinairement par ſes Obſervations annuelles, le vif-argent ne s'élevoit jamais auſſi haut, que dans un autre de 3 lignes & demie de diamétre, (c'eſt à peu près $\frac{1}{3}$ de pouce de notre meſure) qu'il avoit chez lui; car il nous avertit que le Tube

de ce premier Barométre eſt très-étroit. De ſorte qu'il eſt inutile d'aller ſoupçonner la nature du vif-argent, du verre dont eſt fait le Tube, ou d'une petite quantité d'air reſtée au haut du Tube, comme les cauſes de cet effet, & d'autres ſemblables.

Coroll. 2. Dans un Barométre fait avec un petit Tube, le Mercure hauſſera & baiſſera irréguliérement, car comme la hauteur du Mercure dépend en partie de l'endroit du Tuyau que touche ſa ſurface, il eſt évident que les inégalités inévitables du Tube ſeront plus conſidérables par rapport au diamétre, & par conſéquent influeront davantage ſur la hauteur du Mercure, qu'elles ne feroient dans un Tube plus large, & c'eſt, je crois, la raiſon pourquoi il eſt ſi difficile, pour ne pas dire impoſſible, de faire deux Barométres qui ſoient parfaitement d'égale hauteur dans toutes les différentes conſtitutions de l'air, particuliérement ſi les Tubes ſont étroits. Cette inégalité eſt encore plus conſidérable dans les Baromé-

tres, dans lesquels le vif-argent se meut dans un grand espace, pour changer tant soit peu la véritable hauteur de la colomne suspenduë. La même remarque doit servir pour ces niveaux qui dépendent de l'élévation du Mercure, à la même hauteur dans les deux branches d'un Tuyau recourbé, & comme l'effet est précisément contraire dans les Niveaux faits avec de l'eau ou de l'Esprit de Vin, on doit y avoir égard dans la construction de cet instrument, en faisant des Tubes assez grands pour que l'erreur soit la plus petite qu'il est possible.



TABLE

DES GRAVITÉS SPECIFIQUES de différentes Matieres.

OR fin „ ou de Coupelle	19.	640
Or d'une Guinée	18.	888
Or d'un Ducat	18.	261
Or d'un Loüis	18.	166
Mercure	14.	000
Mercure doux	13.	382
Plomb	11.	325
Argent fin de Coupelle	11.	091
Argent monnoyé	10.	535
Mercure doux ſublimé trois fois	9.	804
Biſmuth	9.	700
Cuivre rouge du Japon	9.	000
Cuivre de Suede	8.	784
Turbith minéral	8.	235
Cinnabre artificiel	8.	200
Mercure doux ſublimé 4 fois	8.	170
Cuivre jaune, ou Laiton	8.	000
Acier trempé	7.	850
Fer	7.	645
Regule martial	7.	500
Etaim	7.	471
Autre	7.	320
Cinnabre naturel	7.	300

Malachite

Malachite	3. 490
Diamant	3. 400
Pierre à Aiguiser, de Lorraine	3. 288
Ceruſſe	3. 156
Verre blanc ou Cryſtal	3. 150
Calamine d'*Iſſy*	3. 108
Turquoiſe	3. 088
Emeril de l'Iſle de *Naxos*	3. 067
Emeril de Normandie	3. 038
Lapis lazuli, Azur	3. 054
Peridor	3. 052
Talc de la Jamaïque	3. 000
Topaſe	2. 712
Amianthe	2. 913
Soufre rouge de *Quito*	2. 908
Pierre Divine, ou Nephretique	2. 894
Opale	2. 882
Crapaudine	2. 826
Pierre Hœmatites de *Minorque*	2. 806
Talc de Veniſe	2. 780
Emeraude	2. 777
Sucre de Saturne	2. 745
Bol d'Armenie	2. 727
Nitre fixé	2. 723
Cryſtal d'Iſlande	2. 720
Marbre	2. 718
Marbre blanc, d'*Italie*	2. 707
Marbre noir, d'*Italie*	2. 704
Pierre Belemnite	2. 675
Verre de bouteille	2. 666
Jade	2. 683

Soufre de l'*Archipel*	2. 018
Terre de Lemnos	2. 000
Brique	2. 000
Soufre vif	2. 000
Nitre	1. 900
Crême de Tartre	1. 900
Vitriol blanc	1. 900
Vitriol d'Angleterre	1. 880
Corne de Cerf	1. 875
Corne de Bœuf	1. 840
Albâtre	1. 872
Tartre	1. 846
Yvoire	1. 825
Soufre mineral	1. 800
Vitriol de *Dantzic*	1. 715
Alun	1. 714
Borax	1. 714
Vert de gris	1. 714
Huile de vitriol	1. 700
Calcul humain	1. 700
Autre calcul	1. 664
Os de Bœuf	1. 656
Esprit de Nitre rectifié	1. 610
Huile de Tartre	1. 550
Bezoard Oriental	1. 530
Bezoard Occidental	1. 500
Sel de Corne de Cerf	1. 496
Sel Ammoniac	1. 453
Ens de Mars sublimé une fois	1. 453
——— sublimé trois fois	1. 269
Miel	1. 450

Ff ij

Esprit de Tartre	1. 073
Racine d'Esquine	1. 071
Encens	1. 071
Lessive de potasse	1. 060
Santal blanc	1. 041
Ambre	1. 040
Sang humain	1. 040
Décoction d'*Arum*	1. 036
Huile de Canelle	1. 035
Huile de Geroffle	1. 034
Noix de Galles	1. 034
Vin de Canaries	1. 033
Serosité du sang humain	1. 030
Bois de Bresil	1. 030
Buis	1. 030
Esprit d'Ambre	1. 030
Eau de Mer	1. 030
Urine	1. 030
Vinaigre distillé	1. 030
Vinaigre ordinaire	1. 017
Lait de Vache	1. 030
Lait de Chevre	1. 030
Laudanum, liq. *de Sydenham*	1. 024
Décoction de Quinquina	1. 024
Biere	1. 019
Bois verd	1. 004
Eau de Riviere	1. 009
Eau de Pluie	1. 000
Eau de Puits	0. 999
Eau distillée	0. 993
Eau bouillante	0. 963

Huile d'Orange	0. 888
Huile de Therebenthine	0. 871
Branche de Chêne	0. 870
Teinture d'Antimoine	0. 866
Huile de Navette	0. 853
Teinture d'Acier de *Mynsicht*	0. 853
Bois de Hêtre	0. 854
Lentisque	0. 849
Huile de Cire	0. 831
Santal citrin	0. 809
Esprit de vin rectifié	0. 806
Esprit de vin Étheré	0. 732
Racine de Gentiane	0. 800
Frêne sec	0. 800
Quinquina	0. 784
Bois de sainte Lucie	0. 773
If	0. 760
Erable sec	0. 755
Prunier sec	0. 663
Cedre	0. 613
Orme	0. 600
Cyprès	0. 591
Genevrier	0. 556
(*a*) Sapin	0. 550
Laurier	0. 549

(*a*) On a mis ici les gravités spécifiques des bois secs, & non pas des bois verds, car le Docteur *Jurin*, a observé que la substance des bois est spécifiquement plus pesante que l'eau, puisqu'ils vont au fond, après qu'on a fait sortir l'air de leurs pores, ou de leurs vaisseaux Aëriens, en les plaçant dans l'eau chaude sous un recipient; ou si on n'a pas de machine Pneumatique, en les laissant pendant

Sassafras	0.	482
Pin	0.	430
Liége	0.	240
Air	0.	001

quelque temps dans l'eau bouillante ; il a trouvé aussi quelques calculs humains, aussi pesants que la brique, & même que la plus tendre espece de Grés. *Transactions Philosophiques.* N°. 369.

Les gravités spécifiques, du sang humain, de ses résidences fibreuses, & celle du *serum*, ont été déterminées très-exactement par le même Auteur. *Transactions Philosophiques*, N°. 361. *

* Les pesanteurs spécifiques des Liqueurs, ont toutes été déterminées lorsqu'elles avoient le même degré de chaleur, sçavoir quatre degrés au-dessus de la Congellation du Thermométre de M. de *Reaumur*.



COMPARAISON
Des Mesures de France & d'Angleterre.

Des Mesures courantes.

LE pied de Londres est à celui de Paris, comme 1000 à 1065.

La Verge Angloise contient 3 pieds.

La Toise est de deux verges.

Le Mille de Londres par un Arrêt du Parlement rendu la cinquiéme année du Regne de la Reine *Anne*, a été établi de 5280 pieds Anglois, c'est-à-dire 4957,74647887, &c.

Des Poids. *

	grains de Troy.		gr. de Troy.
La livre de *Troy*, contient...	5760	& l'once...	480...
La livre *Averdupois*............	7004	... l'once...	437,75
La livre de *Paris*................	7560	... l'once...	472,5..

La livre de *Troy* est à la livre *Averdupois*, comme 88 à 107, car 88 : 107 :: 5760 : 7003, 636.

* Ce Mémoire m'a été communiqué par une personne qui l'a reçû de Monsieur *G. Graham*, dans une lettre datée du 19. Juillet 1739.

L'once de *Troy* est à l'once *Averdupois*, comme 80 à 73, car 80, 73 :: 480 : 438.

La livre de *Troy* est à la livre de *Paris*, comme 16 à 21.

L'once de *Troy* est à celle de *Paris*, comme 64 à 63.

La livre *Averdupois* est à celle de *Paris*, comme 63 à 68, à peu près, car 63, 68 :: 7004, 7559, 873.

La livre de *Troy*, contient 12 onces, la livre *Averdupois* 16, & celle de *Paris* 16 onces pareillement.

Mesures des liquides.

La Pinte de l'Hôtel-de-Ville de *Paris*, contient 47, 285 pouces cubiques de *Paris*, & 57, 117898218, &c. pouces cubiques de *Londres*.

La Quarte de *Londres*, contient 57, 75 pouces cubiques de *Londres*, ou bien 47, 68 pouces cubiques de *Paris*.

Le Galon, contient 4 Quartes, & la Quarte deux pintes.

FIN.

TABLE DES MATIERES.

Les chiffres indiquent les Pages, *& les lettres, les* Notes.

A.

F.

G.

H.

utile

O.

P.

T.

V.

Explication des Parties de la Machine Pneumatique.

LA Figure 64 repréſente la Machine Pneumatique de M. *Haukſbée*, avec toutes ſes parties.

A A. Deux corps de Pompe d'un pied de haut, & de deux pouces de diamétre.

B B. Manches des Piſtons, qui ſont deux eſpeces de Crics capables de recevoir la lanterne de la Manivelle.

C. La Manivelle. La lanterne eſt enfermée dans la Boëte.

D D D D. Le Tuyau qui conduit l'air du Récipient au corps de Pompe.

E. Le Récipient.

FF. Boëte de fer blanc garnie de Cuirs huilés, au travers deſquels paſſe une verge de fer, pour mouvoir ou ſuſpendre différents Corps dans le Récipient.

G G G. La Jauge mercurielle, qui eſt un Tuyau de verre ouvert par ſes deux extrêmités, dont l'une paſſe au travers de

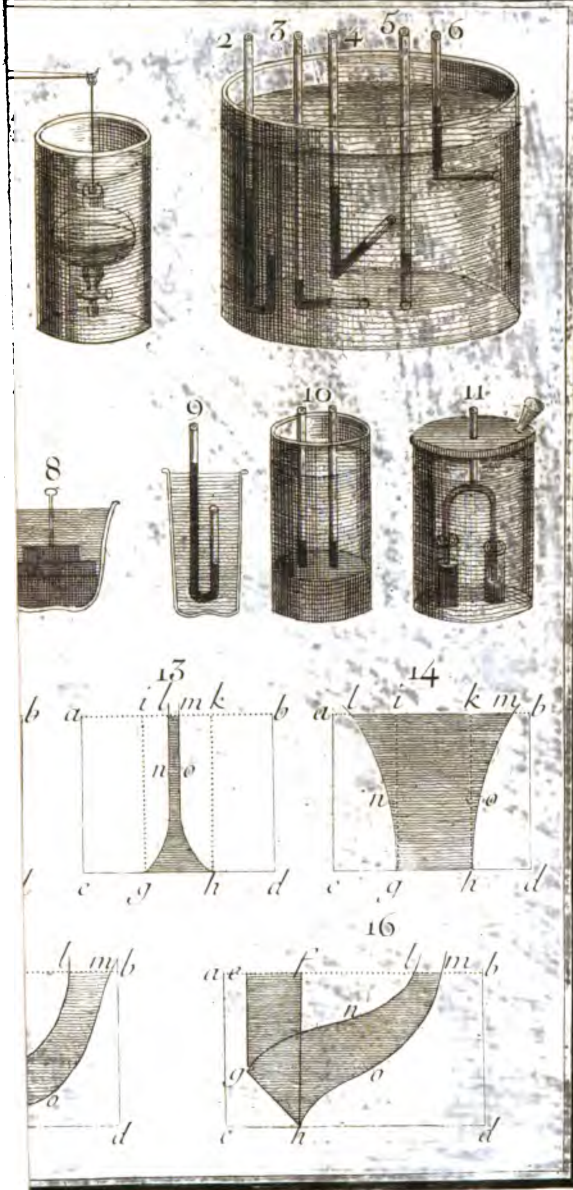
braires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément à la feuille imprimée, attachée pour modéle sous le contrescel desdites Presentes ; que l'Impétrant se conformera en tout aux Reglemens de la Librairie, & notamment à celui du dix Avril mil sept cent vingt-cinq ; qu'avant de les exposer en vente, les Manuscrits ou Imprimés qui auront servi de copie à l'impression desdits Ouvrages, seront remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le sieur d'Aguesseau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier le sieur d'Aguesseau Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; le tout à peine de nullité des Presentes. Du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire joüir ledit Exposant ou ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desdites Presentes, qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenue pour duëment signifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers-Secretaires, foi soit ajoûtée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent, sur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & necessaires, sans demander autre permission, & nonobstant Clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires : CAR TEL EST NOTRE PLAISIR. DONNE' à Paris le huitiéme jour du mois de Juin, l'an de grace mil sept cent quarante-deux, & de notre Regne le vingt-septiéme. Par le Roi en son Conseil.

Signé, SAINSON.

Registré sur le Registre XI. de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, No. 20. *f°.* 17. *conformément aux Reglemens, & notamment à l'Arrêt de la Cour du Parlement du* 3. *Décembre* 1705. *A Paris ce* 12. *Juin* 1742.

Signé, SAUGRAIN, *Syndic.*

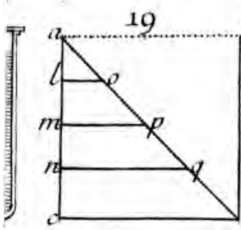
Planche X.

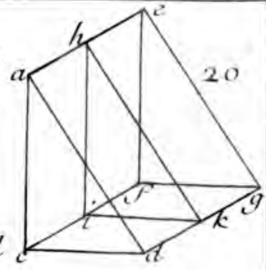


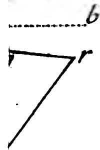
2
3
4
5
6
8
9
10
11
13
a i l m k b
n o
c g h d
14
a l i k m b
n o
c g h d
l m b
o
d
16
a e f l m b
n
g o
c h d

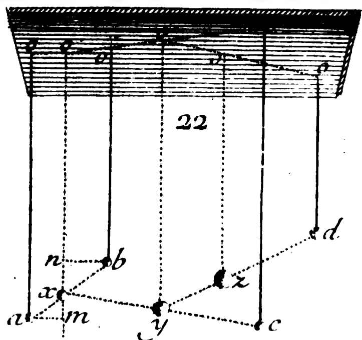
[illegible]

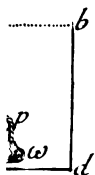
Planche 2

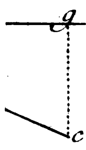

19
a
b
l
o
m
p
n
q
c
d

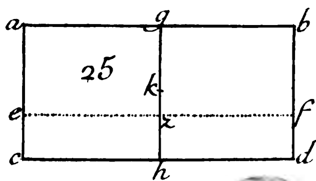

20
e
h
a
f
g
i
k
c
d

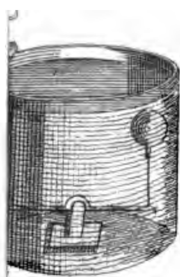

b
r

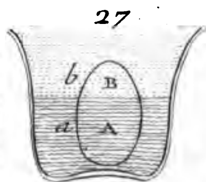

22
o
d
n
b
z
x
a
m
y
c


b
p
ω
d


g
c


a
g
b
25
k
e
f
z
c
h
d

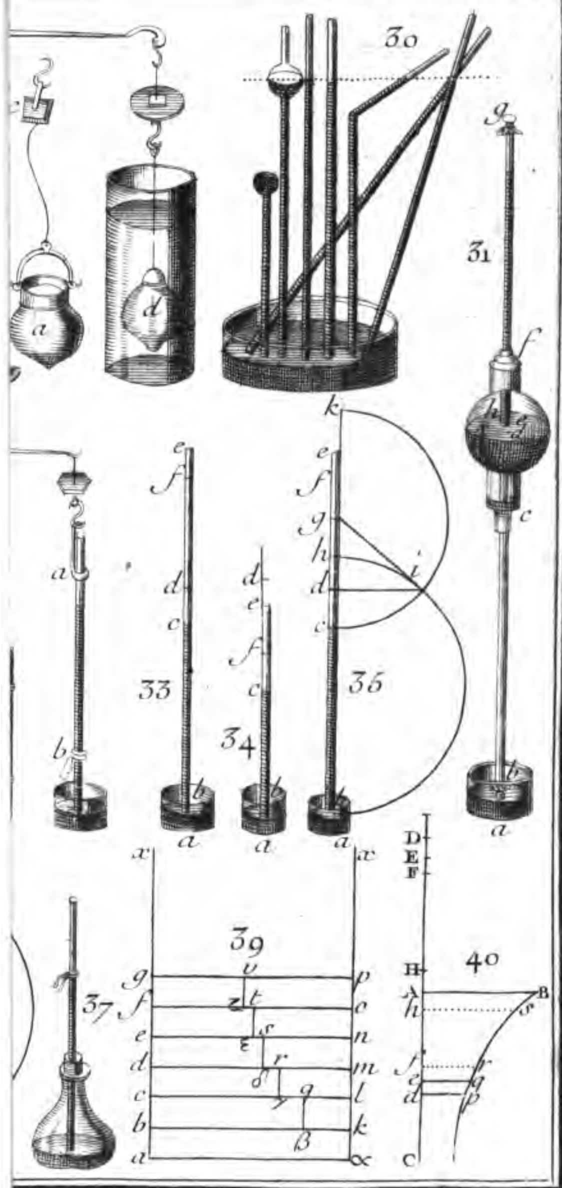



27
b
B
a
A



28

Planche 3



Eau bouillante
qui commence

in bouillant
t sans écumer

qui perd sa
transparence

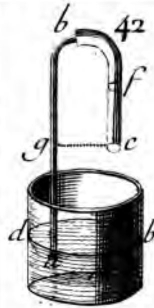
insupportable
main en rep.
presque in
ble en y pro
main

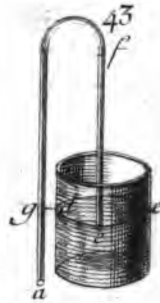
parties exte
rps humain

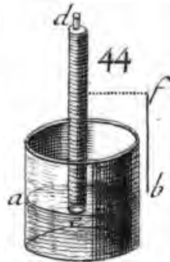
Été
du plus fort de
ire de l'Été

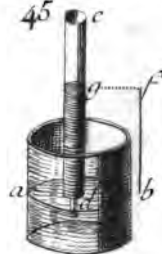
r dans le Prin
s l'Automne

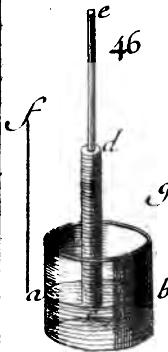
r en Hyver
au qui com
ces; ou de la
mmence a se

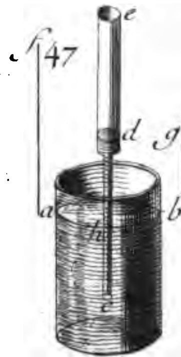




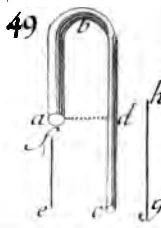


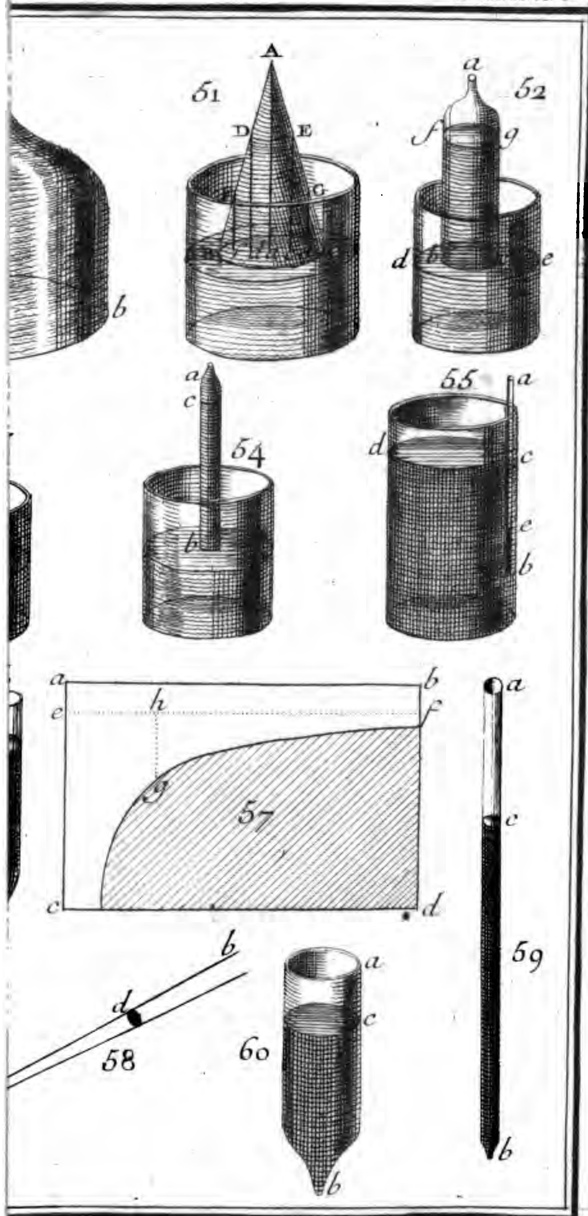


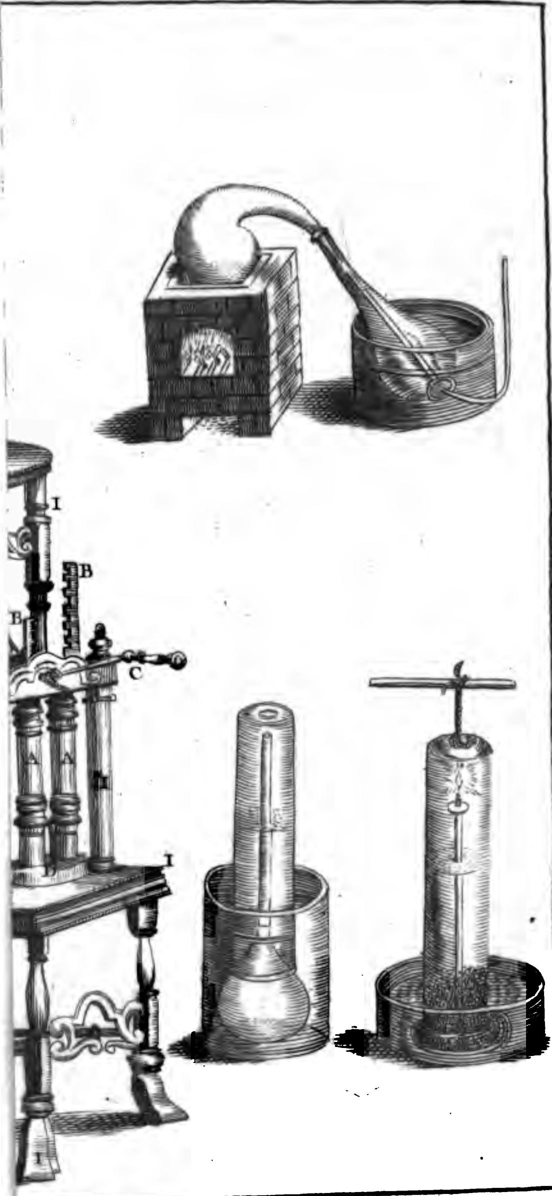









A
51
D
E
G
b
a
52
f
g
d
e
a
c
54
b
55
a
d
c
e
b
a
b
e
h
f
g
57
c
d
a
c
59
b
b
d
58
a
c
60
b


I
B
B
C
A
A
I
I